THESIS MUNICH 1965

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

Das Halswirbelsäulen-Syndrom und seine Behandlung mit diadynamischen Strömen

von

OSWALD FLADERER

1965

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154008_0004

Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität München
Direktor: Professor Dr. W. Seitz

Das Halswirbelsäulen-Syndrom und seine Behandlung mit diadynamischen Strömen.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Oswald Fladerer

aus

Heidenheim/Brenz

1965

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München
Referent: Privatdozent Dr. H. Mathies
Koreferent: Professor Dr. W. Seitz
Dekan: Professor Dr. R. Zenker
Tag der mündlichen Prüfung: 19.10.1965

Mikrokopie GmbH. · München 22 · Bruderstraße 9

Meinem Vater in Dankbarkeit gewidmet

Inhaltsverzeichnis

E i n l e i t u n g . . . . . Seite 5

Vorbemerkungen zur Anatomie der Halswirbelsäule . . 6

a) Knöcherner Aufbau der Halswirbelsäule 7

b) Bandscheibenverbindungen und Gelenke der Halswirbelsäule 8

c) Bänder der Halswirbelsäule 8

d) Muskulatur 9

e) Gefäßsystem 9

f) Rückenmark und seine Häute 10

g) Spinalnerven 10

h) Sympathisches Nervensystem im Halswirbelsäulenbereich 13

Funktion der Halswirbelsäule 14

a) Statik 14

b) Bewegungen der Halswirbelsäule 14

Krankheitsauslösende Veränderungen an der Halswirbelsäule 15

Bedeutung der Veränderungen an der Halswirbelsäule für die Gefäße, das spinale und das vegetative Nervensystem 17

Klinische Symptomatik des Halswirbelsäulen-Syndroms 18

Das Problem des Schmerzes 21

Therapiemöglichkeiten 24

Medikamentöse Therapie 24

Physikalische Therapie 24

Elektrodiagnostik und -therapie 25

Diadynamische Ströme 28

Wirkungen der verschiedenen Impulsformen 29

E i g e n e U n t e r s u c h u n g e n 33

a) Beschreibung des Apparates 33

Krankengut 36

Methodik 37

Ergebnisse 39

Besprechung der Ergebnisse 45

D i s k u s s i o n 52

Z u s a m m e n f a s s u n g 54

Literaturverzeichnis 55

Einleitung

Leiber und Olbrich [1] führen unter dem cervicobrachialen Syndrom als Gruppenbezeichnung zwanzig vorwiegend in symptomatischer Hinsicht verschiedene Krankheitsbilder auf. Sie werden definiert als "Dachbegriff für neuralgisch-neurovasculäre, teilweise auch paretische Krankheitsbilder im Bereich des Halses, des Schultergürtels und des Armes infolge Irritation des Plexus cervicalis und der Blutgefäße samt ihrem sympathischen Nervengeflecht". Die einzelnen Syndrome überschneiden sich teilweise in ihrer Lokalisation sehr stark und sind sich daher auch symptomatologisch sehr ähnlich.

Dennoch kann man sie in zwei große Gruppen einteilen. Eine, bei der eine Störung spinaler Nerven im Vordergrund steht, die sich als Neuralgie bemerkbar macht. Bei der zweiten Gruppe beherrschen Irritationen des vegetativen Systems mit vasomotorischen und trophischen Störungen das Bild.

Die jeweils anzuwendende Therapie wird sich teilweise nach den den Erkrankungsformen zu Grunde liegenden pathogenetischen Faktoren richten müssen. Zum anderen haben die heute bekannten therapeutischen Möglichkeiten unterschiedliche Angriffspunkte auf die pathogenetischen und symptomatischen Faktoren und sind demnach kombiniert oder mehr oder weniger gezielt anwendbar. Die Untersuchungen dieser Arbeit beschäftigen sich mit einem neueren Therapieverfahren, der Anwendung der diadynamischen Ströme nach BERNARD, die eine wirkungsvolle zusätzliche Behandlungsmöglichkeit des Halswirbelsäulensyndroms darstellen.

Vorbemerkungen zur Anatomie der Halswirbelsäule

Nie sind es Veränderungen an der knöchernen Halswirbelsäule allein, die ein Halswirbelsäulensyndrom auslösen. Immer sind es Leistungsstörungen in dem Komplex "Knöcherne Halswirbelsäule-Bandapparat-Muskulatur-Gefäße-spinales-vegetatives Nervensystem", die zu den vielgestaltigen Beschwerden führen (H o h m a n n et al. [2]). Das folgende Schema soll die enge Verknüpfung all der eben genannten Komplexanteile zeigen.

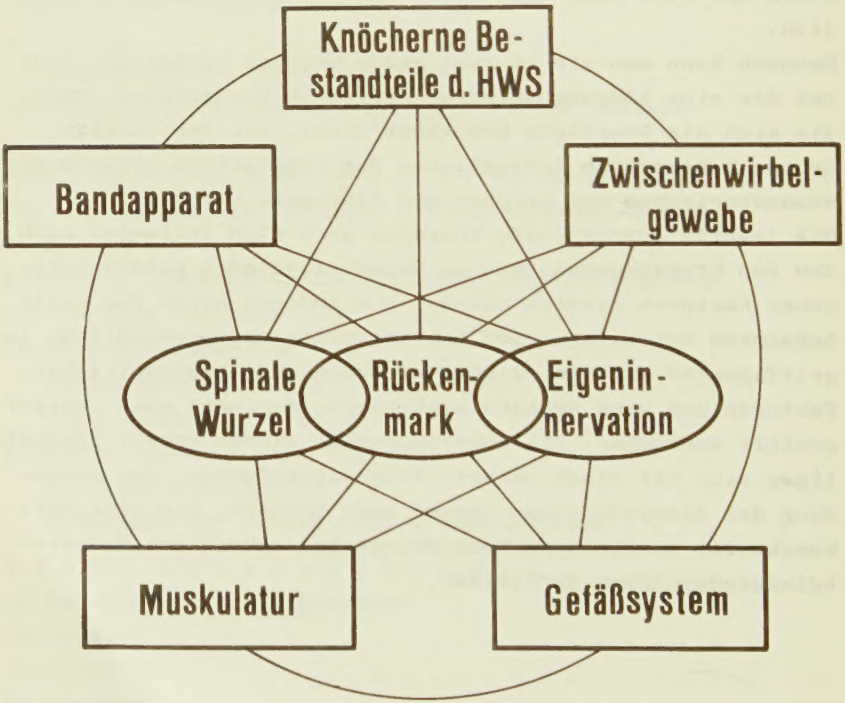

Abb. 1: Schema der Wechselbeziehung zwischen der Halswirbelsäule und dem Nervensystem (H o h m a n n et al. [2]).

a) Knöcherner Aufbau der Halswirbelsäule (nach E x n e r [3])

Sieben Wirbel bilden die Halswirbelsäule. Mit Ausnahme der obersten, des Atlas und des Epistropheus, sind sie durch Zwischenwirbelscheiben (Disci intervertebrales) verbunden. Die relativ kleinen Wirbelkörper tragen an den kranialen Deckplatten seitliche, senkrechtstehende Knochenleisten, die Processus uncinati (Processus lunati). Dadurch bekommen sie eine sattelartige Form. Das Foramen vertebrale hat die Form eines gleichschenkligen Dreiecks. Die Foramina intervertebralia der Halswirbelsäule sind wesentlich kleiner als in den anderen Wirbelsäulenabschnitten.

An den Arcus vertebrarum sitzen rechts und links Querfortsätze, die je ein Foramen transversarium umschließen. Auf ihrer Oberseite verläuft der nach außen, vorn und abwärts ziehende Sulcus nervi spinalis. Die mit Hyalinknorpel überzogenen Gelenkfortsätze (Processus articulares superiores et inferiores) gehen unmittelbar vor den Querfortsätzen aus den Wirbelbögen hervor. Sie bilden fünf Gelenkpaare, in denen eine Rotation um einen Drehpunkt weit hinter den Dornfortsätzen und eine Lateralflexion möglich ist. Die Dornfortsätze (Processus spinales) sind nach unten um etwa 40 Grad geneigt. Beim Vertebra prominens, dem siebenten Halswirbel, ist der Dornfortsatz besonders kräftig und deshalb deutlich zu tasten.

Atlas und Epistropheus sind für die Verbindung des Schädels mit der Halswirbelsäule und für dessen große Beweglichkeit entsprechend modifiziert. Der Atlas besitzt als einziger Wirbel keinen Körper. An seiner Stelle steht der Dens epistrophei. Ein Dornfortsatz fehlt. Massae laterales an beiden Wirbelbögen des Atlas dienen zur Druckaufnahme für die Last des Schädels und bilden gleichzeitig wichtige Gelenke. Auf der Oberseite des Arcus atlantis verläuft der Sulcus arteriae vertebralis. Der Epistropheus stellt morphologisch und funktionell das Bindeglied zu den anderen Halswirbeln dar.

b) Bandscheibenverbindungen und Gelenke der Halswirbelsäule (nach E x n e r [3])

Zu den sieben Wirbeln kommen fünf Zwischenwirbelscheiben, die wichtige formbestimmende Bestandteile der Halswirbelsäule sind und außerdem d a s spezifische Bindeelement darstellen.

Zentrum einer Zwischenwirbelscheibe ist der Gallertkern (Nucleus pulposus). Ihn umgeben konzentrisch angeordnete Faserknorpelzüge, die auch - als Anulus fibrosus - seine äußere Begrenzung darstellen. Durch derbe Bindegewebszüge, die SHARPEY'schen Fasern, ist der Anulus fibrosus mit den Randleisten der Wirbelkörper verbunden. Nach oben und unten schließen hyaline Knorpelplatten den Discus intervertebralis ab.

In den fünf Paar Intervertebralgelenken können Rotations- und Flexionsbewegungen ausgeführt werden. Durch das leichte Klaffen der Gelenkflächen sind auch Bewegungsausschläge in anderen Ebenen möglich.

Zwei durch eine Bandscheibe verbundene Wirbel bilden zusammen mit dem zugehörigen Paar von Intervertebralgelenken sowie den entsprechenden Bändern ein charakteristisches 'Bewegungssegment' JUNGHANNS (H o h m a n n et al. [2]). Zu den fünf Bewegungssegmenten der Halswirbelsäule kommen noch die echten Gelenke von Occiput und Atlas sowie zwischen Atlas und Epistropheus.

c) Bänder der Halswirbelsäule (nach E x n e r [3])

Das straffsehnige vordere Längsband (Ligamentum longitudinale anterius) setzt an den Wirbelkörpern an und überspringt die Zwischenwirbelscheiben. Das hintere Längsband (Ligamentum longitudinale posterius), das mehr elastische Fasern enthält, inseriert an den Disci intervertebrales, während es die Wirbel ausläßt. Gleichzeitig bildet es die ventrale Auskleidung des Wirbelkanals.

Die Ligamenta flava kleiden die hintere Wand des Wirbelkanals aus, die Ligamenta interspinalia und das Ligamentum supraspinale verbinden die Dornfortsätze.

d) Muskulatur (nach E x n e r [3])

Vier Muskelgruppen wirken auf die Halswirbelsäule ein. Die erste verbindet den Kopf mit dem Thorax und dem Schultergürtel. Die zweite bewegt die einzelnen Wirbel oder Wirbelsäulenabschnitte gegeneinander. Eine dritte Gruppe zieht vom Kopf zur Halswirbelsäule, und eine vierte verbindet sie mit dem Thorax und mit dem Schultergürtel.

Alle zusammen halten den Kopf in seiner labilen Gleichgewichtslage, bewirken die Lordoseform der Halswirbelsäule und ermöglichen die große Beweglichkeit des Kopfes und Halses.

e) Gefäßsystem (nach E x n e r [3])

Das arterielle Hauptgefäß zur Versorgung der Halswirbelsäule ist die paarige Arteria vertebralis . Sie kommt aus der Arteria subclavia und tritt durch das Foramen transversale des sechsten Halswirbels in den Canalis transversarius ein, um dann hier bis zum Epistropheus hochzusteigen. Um den Atlasbogen herum (im Sulcus arteriae vertebralis) gelangt sie innerhalb des Wirbelkanals zur seitlichen Circumferenz des Foramen occipitale magnum. Am Clivus vereinigen sich die Stämme beider Seiten zur unpaaren Arteria basilaris.
Im Canalis transversarius gibt die Arteria vertebralis Äste zur Versorgung des Rückenmarks und seiner Häute ab. Zwischen Atlas und Foramen magnum entspringen Rami meningei, die sich in der hinteren Schädelgrube zwischen Dura und Periost verzweigen. Kurz vor ihrer Vereinigung in der Schädelhöhle entsenden beide Arteriae vertebrales rückläufig je zwei Äste in den Wirbelkanal, die beiden Arteriae spinales anteriores et posteriores. Diese verlaufen direkt entlang der Medulla.

Die Arteriae vertebrales geben den größten Teil ihres Blutes ans Gehirn und den kleineren Teil an ihre verschiedenen Äste ab.

Das venöse Blut fließt, wie bei der übrigen Wirbelsäule auch, durch ein inneres und äußeres Venensystem ab. Beide stehen miteinander in Verbindung. Die Vena vertebralis zieht durch die Foramina transversalia des 1. bis 7. Halswirbels nach unten, um in die Vena anonyma einzumünden. Dabei erhält sie Zuflüße aus dem Venengeflecht im Inneren des Wirbelkanals und vom Foramen magnum.

Innerhalb des Wirbelkanals finden sich stark verzweigte Plexus venosi vertebrales interni anteriores et posteriores. Bei ihrem Austritt ins Foramen intervertebrale müssen die Spinalnerven zwischen dem vorderen und dem hinteren Plexus hindurchtreten. Beide Plexus besitzen einen Sinus vertebralis longitudinalis, mit dem Teile des Nervus sinuvertebralis LUSCHKA ziehen.

Die Wirbel selbst werden durch entsprechende Gefäße versorgt, während die Zwischenwirbelscheiben beim Erwachsenen nur noch per diffusionem ernährt werden.

f) Rückenmark und seine Häute (nach V o s s und H e r r l i n g e r [4])

Im Canalis vertebralis verläuft das Rückenmark, geschützt durch seine Häute, die Pia mater, die Arachnoidea und die Dura mater spinalis. Pia mater und Dura mater sind durch das seitlich gelegene Ligamentum denticulatum verbunden. Gefäße, Fasern des Sympathicus, lockeres Bindegewebe und Liquor cerebrospinalis füllen die Zwischenräume aus. Fingerartige Ausstülpungen der Dura mater in jedem Foramen intervertebrale umhüllen die beiden Spinalwurzeln und das Ganglion spinale.

g) Spinalnerven (nach V o s s und H e r r l i n g e r [4])

Die Pars cervicalis des Rückenmarks erstreckt sich skeletotopisch vom oberen Atlasrand bis zum oberen Rand des

ersten Brustwirbels. Zum Halsmark gehören acht gemischte Spinalnervenpaare, welche die Halswirbelsäule durch die Foramina intervertebralia im Sulcus nervi spinalis verlassen. Diese "gemischten" Spinalnerven entspringen aus dem Rückenmark mit einer dorsalen, hauptsächlich sensiblen Radix posterior und einer ventralen, hauptsächlich motorischen Radix anterior. Im Foramen intervertebrale schwillt die sensible Wurzel zum Ganglion spinale an, während die motorische Wurzel an ihr vorbeizient. Erst weiter peripher bilden die Bestandteile beider Wurzeln einen gemischten Stamm, der sich sofort in vier Zweige teilt, in den Ramus posterior, den Ramus anterior, den Ramuns meningeus und den Ramus communicans. Das Halsmark gibt nur im Segment C VIII einen Ramus communicans albus ab. Der Ramus meningeus zieht in den Wirbelkanal zurück und versorgt die Dura mater.

Die Rami dorsales innervieren die Wirbelgelenke, die Rükkenhaut beidseits der Medianlinie und die autochtone Rükkenmuskulatur (m. errector spinae). Der Ramus dorsalis des ersten Cervicalnerven ist der motorische Nerv für die tiefen Nackenmuskeln. Der entsprechende Ast des zweiten Cervicalnerven versorgt sensibel die Haut des Hinterhaupts bis zum Scheitel.

Die Rami ventrales der acht Halsnerven bilden vor der Halswirbelsäule ein Geflecht, das man nach dem Versorgungsgebiet in ein Halsgeflecht, Plexus cervicalis, und in ein Armgeflecht, Plexus brachialis, aufteilt. Der Plexus cervicalis setzt sich aus den Rami ventrales des 1. bis 4. Halsnerven zusammen, der Plexus brachialis wird von den ventralen Ästen des 5. bis 8. Halsnerven und des ersten Brustnerven gebildet.

Aus dem Plexus cervicalis entspringen die sensiblen Nerven für die Haut des seitlichen Schädels, für die Ohrmuschel und für die Vorderseite des Halses. Die Haut der Acromialgegend sowie der oberste Anteil der Brusthaut werden gleichfalls vom Plexus cervicalis aus sensibel versorgt. Muskeläste aus dem Halsgeflecht innervieren die tiefen Halsmuskeln. Aus der Wurzel C IV, manchmal auch aus C III

und C IV, entspringt der Nervus phrenicus. Aus dem Plexus brachialis stammen die motorischen und sensiblen Nerven für die obere Extremität.

Schema der sensiblen und motorischen Versorgung des Armes (nach Voss und Herrlinger [4] und Moll [5])

Name des Nerven	Hauptursprung aus Segment	Austritt aus Zwischenwirbelraum	Region sensibel	Region motorisch
Nervus axillaris	C V	C IV/C V	Vorder- und Aussenseite der Schulterregion sowie Deltoidesansatz	m. deltoides m. teres minor
Nervus radialis	C VI	C V/C VI	Vorder- und Aussenseite des Oberarms, Radialseite des Unterarms, Daumen	Extensoren am Unterarm
Nervus medianus	C VII	C VI/C VII	Rückseite und Streckseite des Unterarms, Zeige- und Mittelfinger	Flexoren am Unterarm, Muskeln des Daumenballens
Nervus ulnaris	C VII	C VII/D I	Ulnarseite des Unterarms, Klein- und Ringfinger	Flexoren am Unterarm, Muskeln des Kleinfingerballens

Dieses Schema kann nur einen sehr groben Überblick geben. Die einzelnen Nerven beziehen Wurzelfasern in wechselnder Stärke auch aus benachbarten Cervicalsegmenten. In der Peripherie sind außerdem die Grenzen der sensiblen Innervation oft verwaschen.

h) Sympathisches Nervensystem im Halswirbelsäulenbereich (nach V o s s und H e r r l i n g e r [4])

Topographisch-anatomisch gesehen kommen alle Fasern des Halssympathicus aus dem Thorakalbereich (D I - D VI) (K u h n e r t [6]). Die ursprünglich acht segmentalen Ganglien im Halsbereich bilden durch Verschmelzung drei größere Ganglien. Das Ganglion cervicale superius ist aus vier segmentalen Ganglienknoten hervorgegangen. Es liegt vor den Querfortsätzen des zweiten und dritten Halswirbels. Das Ganglion cervicale mediale liegt in Höhe des sechsten Halswirbels, stammt aus zwei bis drei segmentalen Ganglien und ist sehr oft mit dem Ganglion stellatum verwachsen. Das erste Thorakalganglion ist im Ganglion stellatum aufgegangen. Dieses Ganglion liegt zwischen dem Querfortsatz des siebenten Halswirbels und der ersten Rippe, hinter dem Abgang der Arteria vertebralis aus der Arteria subclavia. Mit den Spinalnerven im Halsbereich steht der Sympathicus durch Rami communicantes grisei in Verbindung. Rami communicantes albi fehlen hier.

Sympathische Fasern ziehen mit spinalen Nerven in die Peripherie. Andere Teile des Sympathicus wirken auf den Tonus der Gefäße und der Muskulatur sowie auf die Gewebstrophik ein. Auch Verbindungen zum Herzen, zur Schilddrüse und zu den großen Gefäßen werden angenommen (K u h n e r t [6]). Die peripheren Verzweigungen des Halssympathicus treten auch mit dem parasympatischen System der Hirnnerven in Verbindung.

Nach K u h l e n d a h l [24] spielt die Eigeninnervation der Halswirbelsäule für die Pathologie dieses Wirbelsäulenabschnittes eine bedeutende Rolle. Dabei kommt dem Nervus sinuvertebralis LUSCHKA eine zentrale Stellung zu: aus einem kleinen Ast der Cervicalnerven, dem Ramus meningeus, und einem doppelt so starken sympathischen Anteil zusammengesetzt (Ramus communicans griseus) versorgt er die Wirbelkörper, die Wirbelbögen, die Wirbelgelenke, das Periost, alle Bänder, die Dura mater, den Periduralraum und bildet ein nervales Gefäßgeflecht.

Mit dem Nervus sinuvertebralis LUSCHKA steht der Plexus vertebralis von FRANK, kurz Nervus vertebralis genannt, in Verbindung. Er entspringt aus dem Ganglion stellatum und zieht mit der Arteria vertebralis nach oben.

Funktion der Halswirbelsäule

a) Statik (nach M o l l [5])

Der Kopf wird auf der Halswirbelsäule frei balanciert und in einem labilen Gleichgewicht gehalten. Das Gewicht des Kopfes wird von ihr federnd getragen. Dazu dient die Halslordose. Sie ändert sich entsprechend ihrer Beanspruchung; so streckt sie sich zum Beispiel beim Lesen und Schreiben. Bei dieser Haltungsänderung werden andere Partien des Wirbelkörper-Bandscheibengefüges belastet und andere Bänder und Muskeln beansprucnt als in Ruhe. Dabei werden jedoch die Intervertebralkonjunkturen bei C V/C VI und bei C VI/C VII besonders stark betroffen, wo sich dann auch am frühesten Abnützungserscheinungen einstellen.

b) Bewegungen der Halswirbelsäule (nach M o l l [5])

Als mobilster Teil des Rumpfskeletts kann die Halswirbelsäule Bewegungen in fast allen Ebenen ausführen. Beugung und Streckung, Rotation um ihre Längsachse sowie Lateralflexion sind ihr möglich. Sie gibt dem Kopf damit seine große Wendigkeit, die durch das obere und untere Kopfgelenk (Articulatio atlantooccipitale et Articulationes atlantoaxiales mediales et laterales) noch verbessert wird.

Krankheitsauslösende Veränderungen an der Halswirbelsäule (nach M o l l [5])

Durch die ständige Beanspruchung der Halswirbelsäule kommt es schon recht frühzeitig zu Alterungs- und Verschleißerscheinungen im Bereich der mechanisch und funktionell besonders stark beanspruchten Abschnitte. Dabei werden die Zwischenwirbelscheiben, die kurzen und langen Bänder sowie die Intervertebralgelenke mehr von involutiv-regressiven Verschleißerscheinungen betroffen, während sich an den Wirbelkörpern selbst mehr sekundär reaktiv-proliferative Veränderungen abspielen.

Das bradytrophe Gewebe der Zwischenwirbelscheiben unterliegt einem eigengesetzlichen Alterungs- und Zermürbungsprozess, der im wesentlichen durch eine allmähliche Degeneration und Zusammensinterung charakterisiert wird. Oft schon im jugendlichen Alter beginnt eine fettige und hyaline Degeneration im Nucleus pulposus und im Faserknorpelring. Später kommt es dann zu einer Aufspaltung und Rißbildung in der Zwischenwirbelscheibe (Inneres Dérangement), besonders im ventralen und seitlichen Umfang des Randleistenanulus. Dabei wird das Ligamentum longitudinale anterius ganz besonders stark beansprucht. Von seiner Verankerung am Periost des Wirbelkörpers ausgehend kommt es zu reaktiven osteophytischen Wucherungen, den charakteristischen Randwülsten der Spondylosis deformans.

Die häufigste degenerative Veränderung an der Halswirbelsäule ist die Osteochondrosis intervertebralis. Durch den im Lauf des Lebens auftretenden Turgorverlust kommt es zu einer Erniedrigung der Zwischenwirbelscheiben, wobei die Längsbänder erschlaffen. Daraus resultiert eine abnorme Beweglichkeit der Bandscheiben. Sie können sich nach den Seiten und nach hinten verschieben und werden durch die entsprechenden Wirbelkörper "wie zwischen zwei Mühlsteinen zermahlen". Das bedeutet aber eine weitere Zermürbung der Fasern und eine weitere Lockerung im Gefüge der Wirbelsäule.

Das durch die schlaffen Bänder konzentrisch nach außen vordringende Bandscheibengewebe führt ebenfalls zu reaktiven Randwulstbildungen an den Wirbelkörpern. Von den Flächen der Deckplatten aus kommt es zu Knorpelwucherungen in die Bandscheiben, woraus wieder eine relative Festigkeit resultiert, andererseits aber die mangelnde Pufferung nicht wieder gebessert wird. Dies bedeutet eine Mehrbelastung für den Wirbelkörper, der mit einer reaktiven Sklerosierung der Deckplatten antwortet. Alle diese Veränderungen am Wirbelkörper, an der Zwischenwirbelscheibe und am Bandapparat hat S c h m o r l [25] als Osteochondrose bezeichnet. Häufig sind Osteochondrose und Spondylosis deformans im Halsbereich gemeinsam zu finden. Discushernien wie im Lumbalbereich sind hier sehr selten.

An den Intervertebralgelenken, aber auch an den oberen und unteren Kopfgelenken, können sich typische arthrotische Veränderungen abspielen. Man nennt dieses Bild Spondylarthrosis deformans. Aber auch exsudativ-entzündliche Erscheinungen finden sich, etwa im Rahmen einer chronischen Polyarthritis, bei der BECHTEREW'schen Erkrankung oder beim Morbus STILL.

Osteochondrose, Spondylose und Spondylarthrosis deformans beeinträchtigen nicht nur rein mechanisch die Funktion der Halswirbelsäule. Durch die Strukturänderungen und Gewebeumbildungen werden auch die Gefäße und nervösen Elemente irritiert.

Wenn auch die bis jetzt beschriebenen Veränderungen der Halswirbelsäule in der überwiegenden Mehrzahl aller Fälle als auslösende Ursache für die mannigfaltigen Beschwerden beim Halswirbelsäulen-Syndrom in Frage kommen, so muß man doch einige andere Ursachen differentialdiagnostisch ausschließen. Es seien nur genannt: Halsrippen, Blockwirbelbildungen, Metastasen, Tumoren, Tuberkulose.

Neben den Veränderungen, die sich im Bereich einzelner Bewegungssegmente abspielen, lösen aber auch Haltungsänderungen

der Halswirbelsäule allein manchmal Beschwerden aus. Dabei findet man dann eine Streckhaltung, eine Skoliose, eine Torquierung oder eine kyphosierung der Halswirbelsäule und spricht von statischen Ursachen, die ein Halswirbelsäulen-Syndrom auslösen. Traumen, meist entstanden bei Autounfällen, sind ebenfalls relativ häufig.

Beim Entstehen des Halswirbelsäulen-Syndroms spielen auch das Geschlecht und der Beruf eine Rolle. Frauen erkranken weit häufiger als Männer, Bergarbeiter und Sekretärinnen häufiger als Lehrerinnen oder Bauersfrauen. Auch eine gewiße vegetative Labilität soll eine Rolle spielen. S ä k e r [7] spricht von ihr als 'Katalysator' beim Zustandekommen des Halswirbelsäulen-Syndroms. Die Bereitschaft zum Schmerz kondensiert sich bei vegetativ labilen Menschen mit Vorliebe im Bereich des Halses, der Arme und des Thorax (H o h m a n n und Mitarb. [2]).

Bedeutung der Veränderungen an der wirbelsäule für die Gefäße, das spinale und das vegetative Nervensystem.

Durch die osteochondrotischen und spondylarthrotischen Veränderungen wird die Eigeninnervation der Halswirbelsäule in Mitleidenschaft gezogen. Die sensiblen und sympathischen Anteile des Nervus sinuvertebralis werden gereizt und machen entsprechende Symptome. Durch die Erniedrigung der Zwischenwirbelscheiben kommt es zu einer zangenförmigen Einengung der ohnehin schon kleinen Foramina intervertebralia. Die darin liegenden Gebilde werden komprimiert oder verdrängt. Da der Duralsack und die spinalen Nerven ziemlich straff aufgehängt sind, genügen schon relativ geringfügige raumbeengende Prozesse, um eine spinale Wurzel zu spannen, zu dehnen und damit zu reizen. "Nach moderner Auffassung representiert der Mechanismus unmittelbarer Druck- und Dehnungsirritation der infolge relativ starrer Fixation im intraspinalen Wurzel- und Stammabschnitt besonders störungsempfindlichen Nervenleitung das pathogenetische Grundprinzip der Neuralgiesyndrome generell,

die - ausgenommen die Gesichtsneuralgie - damit einheitlich als vertebragenen Ursprungs erkannt sind" (M o l l [5]).

Auch das begleitende Gefäßssystem wird betroffen. Es kommt zur Drosselung der Blutzirkulation, damit zur venösen Stase und Hypoxämie.

Klinische Symptomatik des Halswirbelsäulen-Syndroms (nach E x n e r [3]).

A. Direkte Symptome:

Form- und Haltungsänderungen (Kyphose, Skoliose, Schiefhals)
Bewegungsstörungen
Krachende und reibende Geräusche

Schmerzen: 1. lokal auf Druck (Dornfortsätze, Querfortsätze)
2. als Fernschmerz bei Stauchung
3. als Bewegungsschmerz (Plexusdehnungsschmerz nach PAYR)
(Foramenkompressionsschmerz nach BRADFORD)
(Beuge- und Streckdrehzeichen nach FRENZ)

B. Indirekte Symptome:

I. Halsregion:	Schluckbeschwerden
	Phonationsstörungen
	Atemnot
	Weichteilschwellungen
II. Kopfregion:	Halbseitenkopfschmerz (Hemikranie)
	Schwindelanfälle
	Hörstörungen
	Sehstörungen
	Tränenfluß
	Anisokorie

III. Schulter-Armregion: Neuralgie, Myalgie
Sensibilitätsstörungen-Paraesthesien
Paresen, Muskelatrophie
Reflexstörungen
Vasomotorische Störungen

Die direkten Symptome sind auf die Halswirbelsäule beschränkt. Sie betreffen die Wirbel, ihre Gelenke, Bänder und Muskeln. Spinale Reizerscheinungen fehlen oder treten erst sekundär in Erscheinung.

Form- und Haltungsänderungen können rein mechanisch bedingt sein: abgeflachte Zwischenwirbelscheiben können zu einer Kyphose führen. Andererseits kann eine Skoliose reaktiv als Schonhaltung entstehen.

Auch die Beweglichkeit kann rein mechanisch gestört sein, dann etwa, wenn die Wirbelgelenke durch arthrotische Randwülste beeinträchtigt werden oder aber, wenn durch osteochondrotische Vorgänge das Gefüge Wirbel- Zwischenwirbelscheibe starr geworden ist.

Druckschmerzhaftigkeit der Wirbelsäule beim Betasten, vor allem der Dornfortsätze, sind Zeichen einer umschriebenen Affektion der Wirbel. Auch der Stauchungsschmerz (auftretend bei einem leichten Schlag auf den Kopf) ist als Ausdruck eines lokalen Prozesses zu werten (B r ü g g e r [8]).

Von den kleinen Wirbelgelenken ausgehend können sich aber auch irradiierende Schmerzen entwickeln, die in die seitlichen Teile des Halses und bis in die Schulter hin ausstrahlen. Sie können dann leicht mit Schmerzen verwechselt werden, die durch eine 'echte' Reizung der Spinalnerven im Foramen intervertebrale erzeugt würden.

Bei den Fernsymptomen im Schulter-Armbereich leisten sogenannte 'Kennmuskeln der Cervicalsegmente' nach F o e r s t e r [26] wertvolle Hilfe bei der Diagnostik von Laesionen an der Halswirbelsäule.

Cervicalsegment	Kennmuskel
C I - C III	m. trapezius
C III - C V	m. levator scapulae, Diaphragma
C V - C VI	m. deltoides und m. biceps
C VI - C VII	mm. pectorales
C VII - C VIII	Fingerstrecker
C VI - C VIII	m. triceps
C VII - Th I	Fingerbeuger und kleine Handmuskeln
Th I	m. abductor pollicis brevis

Motorische Ausfallserscheinungen sind allerdings seltener als sensible Reizerscheinungen.

Durch Veränderungen an der Halswirbelsäule kann es zu Störungen der Sensibilität im Versorgungsgebiet der Cervicalsegmente nach folgendem Schema kommen: (H o h m a n n et al. [2])

C II	Hinterhaupt
C III	Ohr
C IV	Schulter
C V	Oberarmaußenseite
C VI	Daumen (Zeigefinger)
C VII	Mittelfinger (eventuell auch Zeigefinger)
C VIII	Ring- und Kleinfinger

Außerdem kann man folgende klinische Erscheinungen bei Vorderhornläsionen der Cervicalsegmente finden: (H o h m a n n et al.

Läsion bei C V:	Schulterhochstand
Läsion bei C VII:	Fehlender oder abgeschwächter Tricepssehnenreflex
Läsion bei C VIII:	Behinderter Faustschluß und meist fehlender Tricepssehnenreflex
Läsion bei Th 1:	HORNER'scher Symptomenkomplex

Die röntgenologische Untersuchung wird oft osteochondrotische oder spondylotische Veränderungen anzeigen oder eine der sel-

teneren Ursachen (Tumoren, Blockwirbel, Frakturen) aufdecken. Haltungsanomalien werden ebenfalls im Röntgenbild deutlicher sichtbar. Dennoch besteht oft zwischen dem Röntgenbefund und dem klinischen Erscheinungsbild ein sehr großer Unterschied.

Das Problem des Schmerzes

Beim Schulter-Arm-Syndrom findet man in jedem Fall Schmerzen, aber nur in 60% der Fälle motorische oder sensible Ausfälle, jedoch in 90% vegetativ-vasale Unstimmigkeiten. Das hervorragende Stigma des cervicalen Syndroms ist die Sympathicusalteration (H o h m a n n et al. [2]). Ein gestörter Sympathicus soll aber auch für manche Fälle von Asthma bronchiale, Angina pectoris oder Hypertension verantwortlich sein.

Wie aber wirkt sich eine Irritation des Sympathicus auf das spinale Nervensystem, speziell auf die Schmerzentstehung aus? Nach V o s s c h u l t e [9] ist der Schmerz als das Ergebnis einer psychischen Leistung anzusehen. Der Schmerz stellt eine Gefühlsqualität dar und kann demnach selbst nicht geleitet werden. Was zum Zentralnervensystem vordringt, ist eine durch einen Reiz hervorgerufene Erregungswelle, die hier in das subjektive Schmerzgefühl transponiert wird und zwar durch eine aktive Tätigkeit der Empfängerstation unter Mitwirkung spinaler und vegetativer Nerven. Diese Kenntnisse, besonders im Hinblick auf die sympathischen Einflüße, haben L e r i c h e [10] veranlaßt, im Schmerz nicht nur ein Symptom zu sehen, sondern ihm unter bestimmten Umständen das Merkmal einer eigenen Erkrankung zuzusprechen.

Das anatomische Substrat der Schmerzrezeptoren in der Peripherie wurde früher in freien Nervenendigungen gesehen. Inzwischen aber konnten A c h e l i s [27], F u l t o n [28]

und insbesondere S u n d e r - P l a s s m a n n [11] zeigen, daß es sich nicht um freie, echte Nervenendigungen handelt, sondern daß die letzten im Mikroskop eben noch sichtbaren nervösen Aufteilungen ein feines Maschenwerk, ein Terminalreticulum, bilden. Dessen Fasern durchsetzen alle Körperzellen und lassen keine Unterschiede spinaler oder vegetativer Herkunft erkennen.

Es erwies sich, daß das animale Organ in Bezug auf seine Ansprechbarkeit dem vegetativen Nervensystem unterstellt ist. Das gilt für jedes Organ und jedes Gewebe, auch für das animale (spinale) Nervensystem und alle seine Leistungen (D ö r i n g [12]).

H e s s [13] vertrat die Auffassung, daß nicht Erregungen von einem System ins andere hinüberfließen, sondern daß unter sympathischen Einflüßen nur das Niveau der Erregbarkeit der animalen Elemente verändert wird.

V. W e i z s ä c k e r [29] prägte für diese Vorgänge den Begriff "Funktionswandel", den auch P e t t e [30] als eine Auswirkung sympathischer Leistungen ansieht.

Dabei soll das vegetative Nervensystem das 'Milieu' an den Rezeptoren gestalten, so daß einmal eine kürzere, das andere Mal eine längere Reizdauer, eine geringere oder höhere Reizintensität notwendig ist, um die Erregung in Gang zu bringen.

Über die adäquaten Reize für die Rezeptoren und die Entstehung der Erregungen, die im Thalamus und im Cortex zur Schmerzempfindung transformiert werden, differieren die Meinungen.

L e w i s [31] sieht als adäquaten Reiz für die Schmerzrezeptoren die sogenannten H-Stoffe (Histamin und verwandte Substanzen) an, die unter normalen Bedingungen im Gewebestoffwechsel in minimalen Mengen frei werden und die örtliche Durchblutung regeln. Bei Verletzungen oder sonstigen Schädigungen sollen sie in einer solchen Menge entstehen, daß die Schwelle der Schmerzrezeptoren überschritten und eine Erregung hervorgerufen wird. Die Entstehung des Schmerzes beruht demnach letzten Endes auf chemischen Vorgängen.

Durch die oben beschriebenen Veränderungen an der Halswirbelsäule scheint es möglich, daß nicht nur sensible spinale Fasern irritiert werden, sondern genauso auch Sympathicusfasern. So kann es also nicht nur zu dem einen Mechanismus der Neuralgieentstehung kommen, sondern, was viel bedeutsamer ist, zu einer Beeinflußung der sensiblen Rezeptoren in der Peripherie durch eine Irritation des Sympathicus. Eine Veränderung der Reizschwelle, meist eine Erniedrigung, tritt ein; bisher unterschwellige Noxen können jetzt als Schmerz ins Bewußtsein treten. Ein gestörter Sympathicustonus kann sich aber auch auf die Trophik und auf die Motorik in den entsprechenden Bereichen auswirken.

Nicht nur im Foramen intervertebrale können sympathische Fasern irritiert werden, auch die im Nervus sinuvertebralis verlaufenden Fasern werden bei pathologischen Veränderungen an der Halswirbelsaule gereizt. Auch der Plexus vertebralis um die Arteria vertebralis ist sehr störanfällig. Bärtschi-Rochaix [32] sieht in der Reizung des Nervus vertebralis und der Arteria vertebralis die Hauptursache der 'Migraine cervicale'.

Nach Vosschulte [9], Sunder-Plassmann [11], Hohmann et al. [2] sind weniger Störungen der spinalen Nervenwurzel als vielmehr Irritationen des Halssympathicus für die Schmerzen und die anderen Symptome des Halswirbelsäulen-Syndroms von ausschlaggebender Bedeutung. Dabei entwickelt sich dann der Circulus vitiosus: Schmerz-Muskelverspannung-Ischämie-Nervenirritation-Schmerz.

Ziel vieler therapeutischer Prinzipien ist es, diesen Kreis zu durchbrechen.

Therapiemöglichkeiten (nach G r o s s [14], ergänzt durch eigene Erfahrungen)

Die therapeutischen Mittel zur Behandlung der beim Halswirbelsäulen-Syndrom auftretenden Beschwerden erstrecken sich über die Gebiete der medikamentös-pharmakologischen Therapie, der physikalischen Medizin und der Chirurgie.

Medikamentöse Therapie:

Durch die Gabe von Analgetica wird der subjektive Schmerz bekämpft. Antiphlogistisch wirkende Substanzen (Phenylbutazon, Indomethacin) greifen zusätzlich exsudativ-entzündliche Veränderungen an. Muskelrelaxantien zeigen als solche keine absolut sichere Wirkung, ihr sedativer und am vegetativen Nervensystem angreifender Effekt schafft jedoch eine günstige Basis für die übrige Therapie. Die allgemeine Gabe von Corticosteroiden ist beim reinen Halswirbelsäulen-Syndrom nicht indiziert. Vasoaktive Substanzen (Aescin) bewirken ein Abschwellen des perineuralen Ödems im Canalis intervertebralis und führen so zu einer Befreiung der nervösen Gebilde. Theoretisch käme auch eine Anwendung von stark wirkenden Salidiuretica in Frage. Die intracutane Injektion hyperämisierender Substanzen (Bienengift, Histamin) sowie die Anwendung von Rheumasalben leiten über zu den physikalisch-therapeutischen Maßnahmen, von denen ein Großteil ebenfalls ihre Wirkung durch eine Verbesserung der lokalen Zirkulation ausübt.

Physikalische Therapie:

Akute Schmerzzustände lassen sich mit einer Form der Thermotherapie, der Benützung des Chlorathylsprays recht erfolgreich behandeln. Die relativ kurze Kälteeinwirkung führt zu einer reaktiven Hyperämie; eine passive Hyperämie wird durch die Anwendung von Wärme erzeugt. Als Wärmequelle eignet sich feuchte Wärme (Wickel und Packungen) besser als trockene Wärme (Heißluft, Glühlichtkasten, Hochfrequenz). Massagen, krankengymnastische Übungen und Extensionsbehandlungen wirken

durch die mechanischen Faktoren von Zug und Druck. Sie werden meistens im Anschluß an eine Wärmetherapie ausgeführt. Entkrampfung der verspannten Muskulatur und Hyperämie sind dabei die wirksamen Faktoren, die zur Beseitigung der Schmerzen führen. Der konstante galvanische Gleichstrom besitzt einen ausgesprochenen analgetischen und hyperämisierenden Effekt. Beim Erfolg der Ultraschallbehandlung dürfte ihre mechanische und thermische Wirkung ausschlaggebend sein.

Eine Beeinflußung der Schmerzen und der anderen Beschwerden beim Halswirbelsäulen-Syndrom läßt sich aber auch durch Ausschaltung des Sympathicus erreichen. Dies kann auf medikamentösem, chirurgischem und physikalischem Wege geschehen.

Durch die Stellatumblockade mit Novocain wird der Einfluß des gereizten Sympathicus zumindest teil- und zeitweise ausgeschaltet. Den selben Effekt erreicht man durch die Röntgentiefenbestrahlung des Grenzstranges. Bei sehr schweren Krankheitsbildern wird man den Grenzstrag operativ eliminieren.

Diese Methoden der Sympathicusausschaltung sind technisch nicht ganz einfach und nicht ganz ungefährlich.

Mit den von B e r n a r d [15] angegebenen diadynamischen Strömen läßt sich der Sympathicus relativ leicht dämpfen. Hinzu kommt noch die in der Peripherie wirksam werdende analgesierende und hyperämisierende Wirkung dieser Ströme.

Elektrodiagnostik und -therapie (nach K o w a r s c h i k [16])

Heute stehen der Diagnostik und Therapie ein breites Spektrum elektrischer Ströme zur Verfügung. Man teilt sie ein in niederfrequente und hochfrequente Ströme, wobei die Grenze im Gegensatz zur Tedhnik bei 3000 Hz liegt. Diese andere Grenzziehung in der Medizin ist berechtigt, bestehen doch zwischen den Wirkungen der beiden Gruppen grundsätzliche Unterschiede.

Niederfrequente Ströme werden angewandt bei der

Gleichstromtherapie (Galvanisation)
Reizstromtherapie (Therapie mit periodischen, impulsförmigen Strömen)

dazu gehören:

die Faradischen Ströme
die Sinusoidalströme
(diadynamische Ströme)
die Exponentialströme
die progressiven Ströme

Zur Hochfrequenztherapie zählen:

1. die Arsonvalisation
2. die Langwellendiathermie
3. die Kurzwellendiathermie
4. die Mikrowellendiathermie (Radar)

Erste Experimente mit Gleichstrom gehen auf GALVANI (1789) zurück. Die Entdeckung des Wechselstroms gelang FARADAY im Jahre 1831 mit Hilfe eines Induktoriums. ARSONVAL (1892) verwendete als erster hochfrequente Wechselströme. Erst in den letzten Jahrzehnten wurden Langwellen, kurzwellen und Mikrowellen in die Therapie eingeführt.

Bei den diadynamischen Strömen handelt es sich um pulsierenden Gleichstrom, der mit Hilfe von Elektronenröhren völlig rein dargestellt wird. Die negativen Halbwellen fehlen und unterscheiden ihn so vom Wechselstrom. Die wichtigste physiologische Wirkung des galvanischen Stromes ist die 'Ionenwirkung'. Der menschliche Körper verhält sich im Stromkreis nicht wie ein metallischer Leiter, in dem der Strom mit wandernden Elektronen gleichzusetzen ist. Hier wandern I o n e n , positiv oder negativ aufgeladene Teilchen, die in allen wäßrigen Lösungen, im Körper besonders in der Gewebsflüssigkeit, zu finden sind. Die Ionenwanderung wird durch die zahlreichen Membranen und bei jedem Gewebswechsel unterbrochen. Dabei ent-

stehen elektromotorische Kräfte, die insgesamt den Gewebswiderstand verändern. Dies wird als Polarisation bezeichnet.

Die galvanischen Ströme besitzen eine trophische und eine analgetische Wirkung. Die trophische Wirkung soll auf einer vorübergehenden lokalen Vasodilatation und dadurch bedingten Stoffwechselsteigerung beruhen. Die genaueren Vorgänge bei der Erzeugung der Analgesie sind noch nicht vollständig bekannt. L u l l i e s [19] gent davon aus, daß an einem gereizten sensiblen Nerven ein Überschuß an negativer Ladung besteht. Unter dem Einfluß der positiven Elektrode kommt es zu einem Ladungsausgleich, es entsteht ein Anelektrotonus. Dadurch würden sich die Verhältnisse wieder normalisieren und die Schmerzlinderung ist eingetreten.

Es könnte allerdings auch so sein, daß durch den galvanischen Strom eine Dämpfung des Sympathicus entsteht und dadurch die Schmerzlinderung zustande kommt. Damit könnte man auch die vasodilatatorische und hyperämisierende Wirkung erklären.

Gleichstrom kann man auch zur Iontophorese und zur Elektrolyse verwenden. Die Iontophorese dient zur Einbringung von Medikamenten in den Körper durch die Haut. Therapeutisch wendet man die Elektrolyse nur zum Epilieren an.

In vernünftigen Stärken übt ein gleichmäßig fließender galvanischer Strom keine Wirkung auf die normale Muskulatur aus. 'Muskelwirksame' Stromarten sind die sogenannten Reizströme: Gleichstromimpulse in Rechteck-, Dreieck- oder Exponentialkurvenform. Sie erregen schon in wesentlich geringeren Stromstärken die kontraktilen Elemente der Muskulatur. Sie wendet man mit bestem Erfolg bei der Reaktivierung gelähmter Muskeln an.

Schema der einzelnen Stromformen:

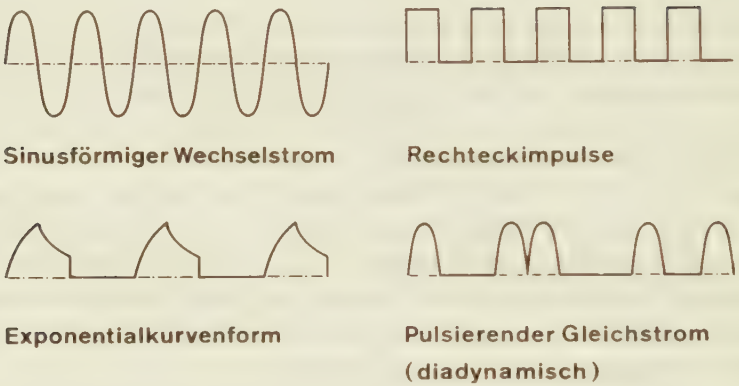

Abb. 2

Die hochfrequenten Ströme, die bei der Diathermie oder bei der Mikrowellentherapie angewendet werden, erzeugen im Körper, auch in der Tiefe, Wärme, da sie sehr energiereich sind und sich nach den JOUL'schen Gesetzen verhalten.

Diadynamische Ströme:

Auf Grund eines empirischen Befundes und anschließender ausgedehnter Untersuchung entwickelte B e r n a r d [15] im Jahre 1928 und in den darauffolgenden Jahren eine Gruppe galvano-faradischer Stromqualitäten, die durch einen charakteristischen zeitlichen Ablauf der Stromstärke gekennzeichnet sind, und die den hyperämisierenden und schmerzstillenden Effekt in besonders hohem Maße aufweisen.

Auf B e r n a r d [15] geht auch die Bezeichnung "Diadynamische Ströme" zurück, andere Bezeichnungen dafür sind "Modulationsströme", "Sinusoidalströme" oder "Impulsströme".

B e r n a r d [15] beschrieb folgende Stromformen, die sich vom normalen städtischen 50-Hz-Wechselstrom ableiten:

DF = "Diphasé fixe",	50-Hz-Wechselstrom, vollweggleichgerichtet, also ein Gleichstrom mit 100 Impulsen pro Sekunde.
MF = "Monophasé fixe",	50-Hz-Wechselstrom, einweggleichgerichtet, also ein Gleichstrom mit 50 Impulsen pro Sekunde.
CP = "Modulé en courtes périodes",	Stromform MF und DF ohne Zwischenpause abwechselnd eingeschaltet.
LP = "Modulé en longues périodes",	Stromform MF, gemischt mit einer zweiten Stromform MF, die um eine Phase verschoben ist und geschwellt wird.
RS = "Rhytme syncopé",	Stromform MF mit eingeschalteten Pausen.

Physikalisch gesehen handelt es sich bei allen diesen Stromformen nicht um echten Wechselstrom, sondern um impulsförmigen Gleichstrom. Außerdem steht noch ein in der Stärke variabler konstanter Gleichstrom zur Verfügung.

Wirkungen der verschiedenen Impulsformen:

Die Stromform DF eignet sich besonders gut zu einer schnellen Schmerzlinderung und zur Beeinflußung peripherer Ganglien (z.B. Ganglion cervicale superius, Ganglion stellatum).

Die Stromform MF, mit nur 50 Impulsen pro Sekunde, verwendet man mit gutem Erfolg bei der Stimulation des Bindegewebes, diese Stromform wirkt besonders stark auf den Vibrationssinn.

CP ist nach B e r n a r d [15] besonders für die Behandlung von nichtspastischen Schmerzzuständen, nach stumpfen Traumen und bei trophischen Störungen geeignet.

Bei LP soll die analgetische Wirkung besonders lange annal-

ten, nach B e r n a r d [15] soll diese Stromform auch für die Behandlung von Ptosen und Atonien der Abdominalorgane verwendet werden können.

Mit RS kann man eventuell lokale faradische Muskelgymnastik betreiben oder sie in der Prüfung der faradischen Erregbarkeit von motorischen Nerven und der Muskulatur einsetzen.

Der konstante Gleichstrom kann zur Iontophorese verwendet werden.

Der Wirkungsmechanismus der diadynamischen Ströme ist zur Zeit noch nicht in allen Einzelheiten aufgeklärt (P e t e r s - m a n n [17]). Das gilt ganz besonders für das Zustandekommen der Analgesie.

B e r n a r d [15] selbst gibt dafür folgende Erklärung: die schnell einsetzende kurzfristige Schmerzlinderung soll auf einer Erhöhung der Schmerzschwelle durch 'Akkomodation' beruhen. 'Akkomodation' ist dabei der Begriff für die Tatsache, daß sich ein Nerv mit der Zeit an einen elektrischen Reiz gewöhnt, so daß zu seiner neuerlichen Reizung also ein stärkerer Reiz notwendig wäre, da der Nerv 'desensibilisiert' worden ist.

Eine zweite, später einsetzende, aber länger anhaltende Schmerzlinderung soll durch die verbesserte Gewebsdurchblutung bewirkt werden. Dadurch soll es zur Beseitigung der Anoxie, der Stase und zum Abtransport von Histamin oder histaminähnlichen Stoffen kommen.

Z i n n [18] glaubt die Schwellenerhöhung für die Schmerzleitung auf den An- bzw. Kathelektrotonus und auf die sogenannte Verdeckung zurückführen zu können. Außerdem sollen die diadynamischen Ströme eine direkte vasomotorische Aktivität entfalten. Durch den Frequenzwechsel kommt es außerdem zu einem gewissen Muskeltraining, was ebenfalls die Durchblutung fördert. Durch den Frequenzbereich der diadynamischen Ströme wird der Vibrationssinn besonders angesprochen, auch dies soll zu einer Verdeckung führen. Nicht zu vergessen sei schließlich noch die psychische Wirkung auf den Patienten während einer Behandlung, "bei der der Patient etwas spürt".

Genauere Erklärungsversuche macht L u l l i e s [19]. Er betont mehr die Fremdverdeckung durch den Vibrationssinn, hält aber auch die Dauerdepolarisation für richtig. Diese soll dadurch zustande kommen, daß man bei geeigneter Reizfrequenz immer in das Refraktärstadium der Nervenfaser trifft und den Nerv somit daran hindert, die Rückkehr des Membranpotentials auf den Ruhewert zu erreichen. ("Wedensky-Hemmung").

Auch R e i s s [21] hält die elektrische Verdeckung des Schmerzsinnes und eine Hyperämie für ausschlaggebend bei der Schmerzlinderung. Eine Ischämie, die unter Umständen auch zu einer Analgesie führen könnte, lehnt er ab.

Was ist Verdeckung? L u l l i e s [19] erklärt sie folgendermaßen: "Die Fortleitung von Impulsen in Neuronenketten kann aber auch physiologisch durch Nervenimpulse beeinflußt werden, die aus anderen Neuronen in den Schaltstellen einlaufen. Wenn in die Schaltstellen der Schmerzbahnen auf höherem oder tieferem Niveau starke fremde Impulse benachbarter Nerven hereinbrechen, kann, wie bei den Reflexen, eine Bahnung oder Hemmung, eine Verstärkung oder Abschwächung oder völlige Unterdrückung der weitergehenden Impulse erfolgen". Starke Reize, dem Vibrationssinn entstammend, würden eine Verdeckung der auf den Schmerzbahnen geleiteten Impulse bewirken.

K o w a r s c h i k [16] lehnt die Erklärung des Einflußes von An- bzw. Kathelektrotonus ab und hält allein eine Verschiebung des Ionenmilieus für ausschlaggebend beim Zustandekommen der Analgesie.

Alle diese Erklärungsversuche laßen den Einfluß des Sympathicus aus dem Schmerzgeschehen unberücksichtigt. Nach den Untersuchungen von S u n d e r - P l a s s m a n n [11] und V o s s c h u l t e [9] spielt aber gerade der Sympathicus beim Schmerzgeschehen eine wichtige Rolle; ihm kommt nach ihrer Ansicht nicht die Rolle der Schmerzleitung zu (er tritt bestenfalls als Nebenbahn in besonderen Fällen in Erscheinung). Der Sympathicus nimmt auf die Schmerzrezeptoren direkt Einfluß, er ist für ihre Empfindlichkeit verantwortlich. Durch einen irritierten Sympathicus käme es zu einer Schwellenerniedrigung

der Schmerzrezeptoren, außerdem ist eine Sympathicusstörung auch für gestörte Trophik und Vasomotorik verantwortlich zu machen.

Die typische Wirkung der diadynamischen Ströme, insbesondere der Stromformen DF und CP, könnte man auch ohne Zwang als eine Sympathicusblockade erklären, die zu einer Normalisierung der Schmerzschwelle und zu einer Gefäßerweiterung führt. Dadurch kommt es zu einer besseren Blutzirkulation; störende Stoffwechselprodukte werden beschleunigt abtransportiert.

Unsere Ansicht über den Wirkungsmechanismus der diadynamischen Ströme beim (Halswirbelsäulen-bedingten) Schmerzgeschehen ist folgende: durch die diadynamischen Ströme wird der durch eine gestörte Wirbelsäule gereizte Sympathicus gedämpft. Dies wirkt sich auf das Niveau der Empfindlichkeit der Nociceptoren aus, das sich somit wieder normalisiert. Gleichzeitig werden aber auch die sensiblen Bahnen selbst durch Verdeckung beruhigt (Z i n n [18]). Der Erfolg macht sich im Nachlassen des Schmerzes bemerkbar. Als Beweis für die Sympathicuswirksamkeit der diadynamischen Ströme kann man die gesteigerte Durchblutung, sowie die mögliche Entstehung des HORNER'schen Symptomenkomplexes werten (M o o r e n und B r u h n [21]).

Eigene Untersuchungen

a) Beschreibung des Apparates

Wir verwendeten den Neodynator 624 der Siemens-Reiniger-Werke, Erlangen.

Dieses Gerät liefert diadynamische Ströme, erzeugt daneben noch einen in seiner Stärke variablen konstanten Gleichstrom und kann auch zur Galvanopalpation nach KAHANE verwendet werden.

Alle wichtigen Schalter und Meßinstrumente finden sich auf der Frontplatte des 60 x 35 x 30 cm großen Geräts.

1. Intensitätsregler und Meßinstrument für den diadynamischen Anteil des zur Therapie verwendbaren Stroms, hier "Dosis" genannt.
   (Stufenlos regelbar von 0 bis 20 mA).

2. Intensitätsregler und Meßinstrument für den galvanischen Anteil, "Basis" genannt.
   (Stufenlos regelbar von 0 bis 10 mA).

   Mittels Drucktasten läßt sich die gewünschte diadynamische Stromqualität (DF, MF, CP, LP, RS) oder der reine Gleichstrom allein einstellen.

   Neben den Drucktasten ist ein Indiaktionsregister angebracht.

3. Intensitätsregler für die Galvanopalpation.

   Ein Oszilloskop zeigt die während der Behandlung produzierten Impulse.

   Außerdem ist noch ein Polwender, eine Zeituhr und der Hauptschalter auf der Frontplatte zu finden.

   Das Gerät wird mit Wechselstrom von 220 V Spannung und 50-Hz Frequenz betrieben.

Graphische Darstellung der einzelnen Stromformen (siehe auch Seite 29).

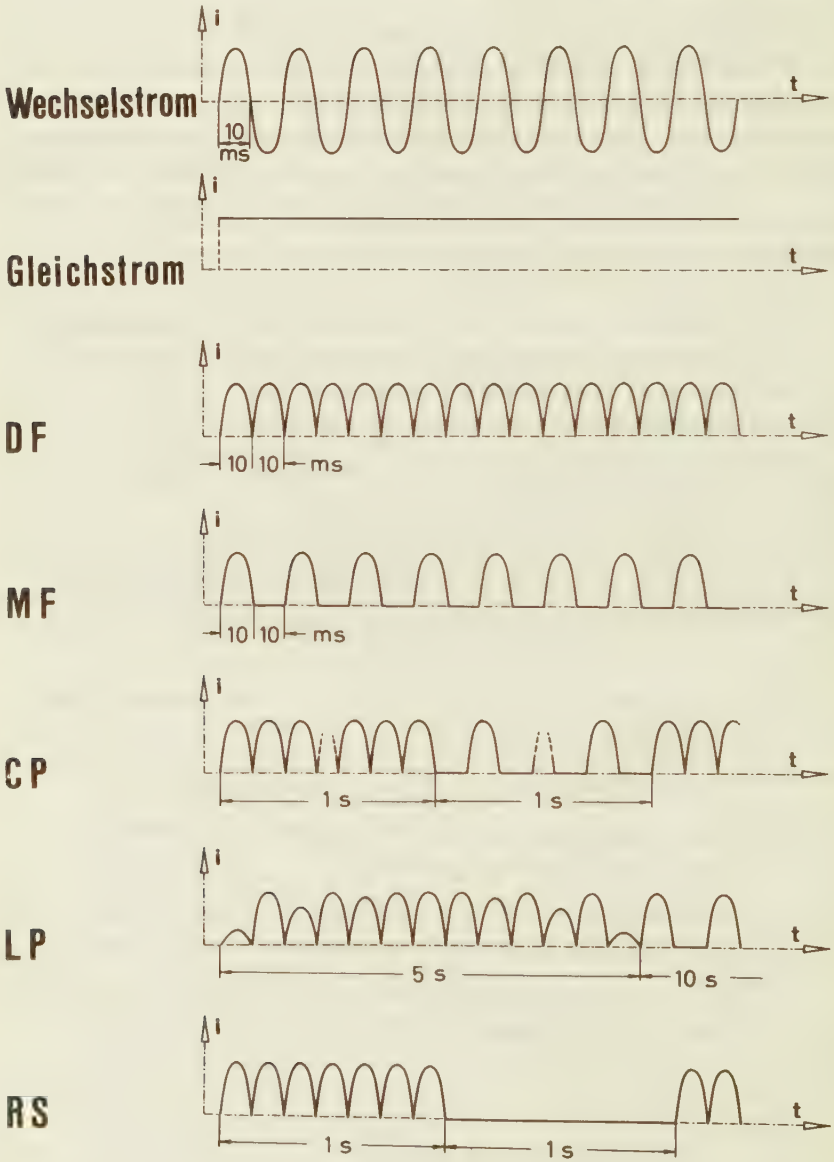

Abb. 3: nach 22

Technisches Prinzip:

Die oben beschriebenen diadynamischen Stromformen lassen sich mit Hilfe einer elektronischen Schaltung aus dem Wechselstrom des städtischen Stromnetzes erzeugen.

Die Funktion des Gerätes ist aus dem folgenden Blockschaltbild ersichtlich.

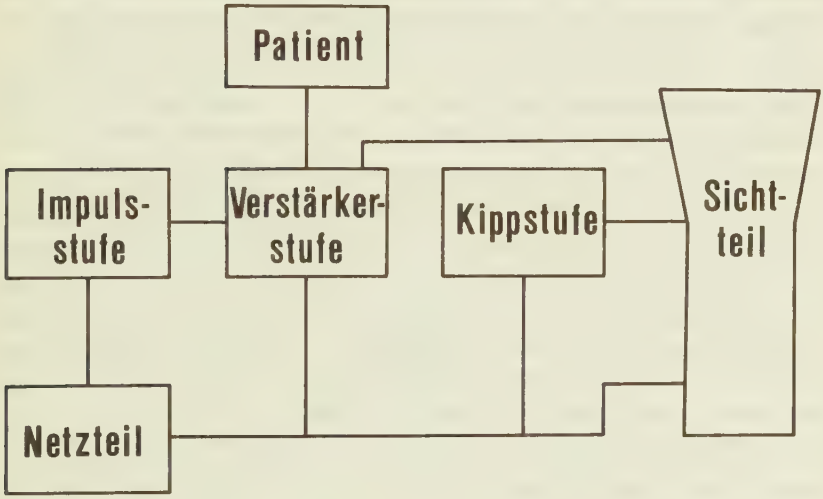

Abb. 4: nach 23

Krankengut

Unsere Patienten kamen zu uns in die Rheumatikerambulanz der Medizinischen Poliklinik der Universitat München.

In dieser Arbeit werden nur die Patienten berücksichtigt, die mit HWS-Syndromen und verwandten Beschwerden mit dem Neodynator behandelt wurden. In einigen Fallen, die hier nicht ausgewertet werden, wandten wir den Neodynator auch bei Ischialgien und Lumbalgien mit recht guten Erfolgen an. Neben der Behandlung mit den diadynamischen Strömen erhielten die meisten Patienten noch andere Therapeutica, wie Steroide, neurotrope Vitamine oder Sedativa.

Insgesamt haben wir in einem Zeitraum von knapp zwei Jahren 50 Patienten, 35 Frauen und 15 Manner, mit diadynamischen Strömen behandelt. Das Durchschnittsalter der Frauen lag bei 56 Jahren, das der Männer bei 65 Jahren. Die jüngste Patientin war 17 Jahre, die älteste 70 Jahre, der jüngste Patient war 32 Jahre, der älteste 78 Jahre. Die meisten Männer waren Handwerker, viele davon jetzt im Ruhestand. Bei den Frauen waren Arbeiterinnen, Verkäuferinnen, Hausfrauen und Sekretärinnen am zahlreichsten.

Fast alle klagten über Schmerzen in den Schultern und den Armen, über nächtliches Einschlafen der Finger und über Paraesthesien im Handbereich. Meist waren beide Arme betroffen. Schmerzen im Hals- und Nackenbereich ohne Schulter-Armbeteiligung waren selten. Bei 19 Patienten fanden sich Beschwerden sowohl über der HWS, als auch im Schulter-Arm-Abschnitt. Ein Patient hatte eine sehr schmerzhafte Myalgie im Bereich des linken m.rhomboides. Ein Patient wurde wegen einer Periarthritis humero-scapularis behandelt.
Eine sehr sensible Patientin hatte seit einer Strumektomie Schluckbeschwerden.

Bei den meisten Patienten bestanden die Beschwerden bereits seit Jahren.

Methodik

Wir verwendeten zwei Plattenelektroden mit den Maßen 10 x 15 cm, sowie zwei Schalenelektroden mit einem Durchmesser von 5 cm mit entsprechenden Viskoseschwämmen.

Wir begannen die jeweilige Behandlung, indem wir eine Plattenelektrode über der Halswirbelsäule bei C V/C VI anlegten. Die zweite Plattenelektrode wurde dann zuerst auf dem einen, dann auf dem anderen Handrücken befestigt. Anschließend legten wir die beiden Schalenelektroden in den Fossae supraclaviculares zur Durchströmung der gangliomata stellata an.

Stromarten: Waren die Plattenelektroden angelegt, so wählten wir neben dem "Basis"-Gleichstrom CP als diadynamische Komponente, bei den Schalenelektroden DF.

Stromstärke: Bei angelegten Plattenelektroden: Bei der Basis erhöhten wir die Intensität allmählich auf 2 - 2,5 mA (etwa innerhalb einer halben Minute). Die Stärke der Dosis war von Fall zu Fall verschieden, sie lag zwischen 1,5 und 5 mA. Auch hier erhöhten wir nun langsam die Stromstärke, um eine schmerzhafte Reaktion zu vermeiden. Die Polung der Elektroden blieb bei uns unberücksichtigt.

Bei den Schalenelektroden gingen wir bei der Basis und der Dosis jeweils nur bis zu einer Maximalstärke von 2 mA.

Dauer: Jeder Sitzungsabschnitt dauerte 4 Minuten, so daß wir zu einer Sitzung im ganzen 12 Minuten benötigten. Unser Behandlungsplan sah insgesamt 14 bis 15 Sitzungen vor. Zwischen den einzelnen Sitzungen lagen 2 bis 3 Tage, so daß eine vollständige Behandlung etwa 4 bis 5 Wochen dauerte. Nicht alle Patienten machten die ganze Behandlung mit, sondern unterbrachen sie von sich aus vorzeitig, sei es, daß eine Besserung eingetreten war, sei es, daß sie an einer Fortsetzung der Behandlung verhindert waren (es handelte sich um ambulante Patienten).

Im Verlauf der Versuchsreihe gingen wir dazu über, die Behandlung nach sechs erfolglosen Sitzungen abzubrechen. Bei mehreren Patienten zog sich die Behandlung über einen wesentlich längeren Zeitraum als von uns vorgesehen hin.

Bei der Beurteilung der Behandlungsergebnisse benützten wir folgende Einteilung:

0 = keine Besserung
+ = eben spürbare Besserung
++ = deutliche Besserung
+++ = sehr gute Besserung
++++ = Beschwerdefreiheit

In der Bewertung wurden "0" und "+" unter der Bezeichnung "keine spürbare Besserung" zusammengefaßt.

Über die Dauer der erzielten Besserung nach Abschluß der Behandlung laßen sich keine genauen Angaben machen, da die Patienten uns meist für entsprechende Angaben nicht zur Verfügung standen.

Ergebnisse

Tabelle 1 gibt einen Überblick über alle Patienten, die Behandlungsverläufe und die Ergebnisse.

Die Patienten sind nach Geschlecht, Alter, Röntgenbefund und klinischer Symptomatik aufgegliedert eingetragen. In den vier Spalten, die die einzelnen Behandlungserfolge anzeigen, ist die jeweilige Zahl von Sitzungen eingetragen, nach denen die entsprechende Besserung eintrat. Wurde die Behandlung von uns oder von den Patienten selbst unterbrochen, so ist das in der nächsten Spalte durch ein W (ärztlicherseits) oder durch ein S (vom Patienten selbst) vermerkt.

In der vorletzten Spalte sind die Sitzungen insgesamt und in der letzten Spalte ist die Dauer der Behandlung in Tagen eingetragen.

Zwei Patienten zeigten eine atypische Lokalisation der Beschwerden: Patient Nr. 17 litt an einer Myalgie im Bereich des linken m. rhomboides (a)). Bei Patient Nr. 34 bestand eine Periarthritis humeroscapularis rechts (b)).

Die Patientin Nr. 5 und die Patientin Nr. 10, beide Frauen im Klimakterium, litten unter der Behandlung verstärkt an fliegender Hitze und an Wallungen. In einem Fall, bei bestehender Disposition, traten während der Behandlung starke Migräneanfälle auf (Fall Nr. 42).

Aus den Abbildungen 5 und 6 ersieht man die Zahl der Patienten, ihr Geschlecht, die Zahl der Sitzungen während der einzelnen Behandlungen und die Erfolge, die sich nach den einzelnen Sitzungen zeigten. Ausserdem ist die Dauer der Behandlung in Tagen angegeben. Ob wir die Behandlung unterbrachen, oder ob die Behandlung von den Patienten selbst unterbrochen wurde ist aus den Abbildungen ebenfalls ersichtlich.

Abbildung 7 gibt die Behandlungserfolge bezogen auf die jeweilige Zahl der Patienten und die Zahl der Sitzungen wieder.

28		x	24	2,6		x		9	5	2		-	16	24
29		x	67	1,2,4	x					6		-	8	23
30		x	56	1,2,3,4	x	x			6	4		-	14	35
31		x	48	1,4,6	x						6	W	6	20
32	x		59	1,3,4	x	x			5	4		-	9	21
33	x		6[illegible]	1,2,3,4	x						6	W	6	20
34	x		54	1			b)			3		S	9	18
35		x	54	1,2,5,6	x	x			8	3		-	13	40
36	x		58	1	x	x			5	3		-	10	37
37		x	55	1,2	x					4		S	6	15
38		x	51	1	x				5	2		-	8	23
39		x	45	1,6	x	x					5	W	5	14
40		x	17	5,6	x	x		7	5	3		-	8	18
41	x		69	2,3,5,6	x			8	6	4		-	10	22
42		x	61	1,2,3,6	x						5	W	5	19
43		x	66	1,2,3,6	x				7	3		-	9	36
44		x	63	2,3	x	x			9	5		-	13	45
45		x	57	2,3	x				9	4		-	10	33
46	x		53	1,6	x					5		-	11	38
47	x		52	1,2,3,6	x	x			6	3		-	9	29
48	x		58	1,2,3,6	x					5		S	6	20
49		x	36	1,6	x	x		7	5	3		-	10	31
50		x	50	1	x	x		7	3	2		-	8	16

Tab. 1: Behandlungsverläufe und Ergebnisse

Fall Nr.	♀	♂	Alter	Röntgenbefund	Symptomatik radikulär	Symptomatik Halsbereich	Symptomatik andere Lokalisationen	Ergebnisse ++++	Ergebnisse +++	Ergebnisse ++	Ergebnisse +,0	Ergebnisse WS	Sitzungen insgesamt	Dauer der Behandlung in Tagen
1	x		54	1,5	x	x			5	4		–	9	42
2	x		76	1,3,5	x	x					15	–	15	46
3	x		70	3	x				4	3		–	13	58
4		x	52	1,4,6	x			10	7	2		–	13	30
5		x	64	1,3,5	x						6	W	6	60
6		x	42	1,4,6	x						4	W	4	8
7		x	53	1,3,6	x	x		8	7	4		–	10	58
8	x		78	1,3,6	x				10	8		–	14	45
9		x	52	3	x	x			13	[illegible]		–	14	80
10		x	44	2,5,6	x	x			8	5		–	13	31
11		x	70	1,2,4	x				8	6		–	15	31
12		x	61	1,3,4	x					6		–	11	23
13		x	63	1,3,5,6	x					[illegible]		–	14	39
14	x		61	1,2,4,6	x				9	6		–	14	28
15		x	49	1,2,3	x			11	6	2		–	11	28
16		x	54	1,2	x	x		13	7	4		–	14	70
17	x		62	1			a)			4		–	14	85
18		x	29	3,5,6	x	x		8	5	3		–	13	28
19		x	69	2,7	x				8	3		–	14	41
20		x	50	1	x						6	W	6	59
21		x	55	1	x	x				6		S	6	9
22		x	67	1,2,4	x					4		S	6	14

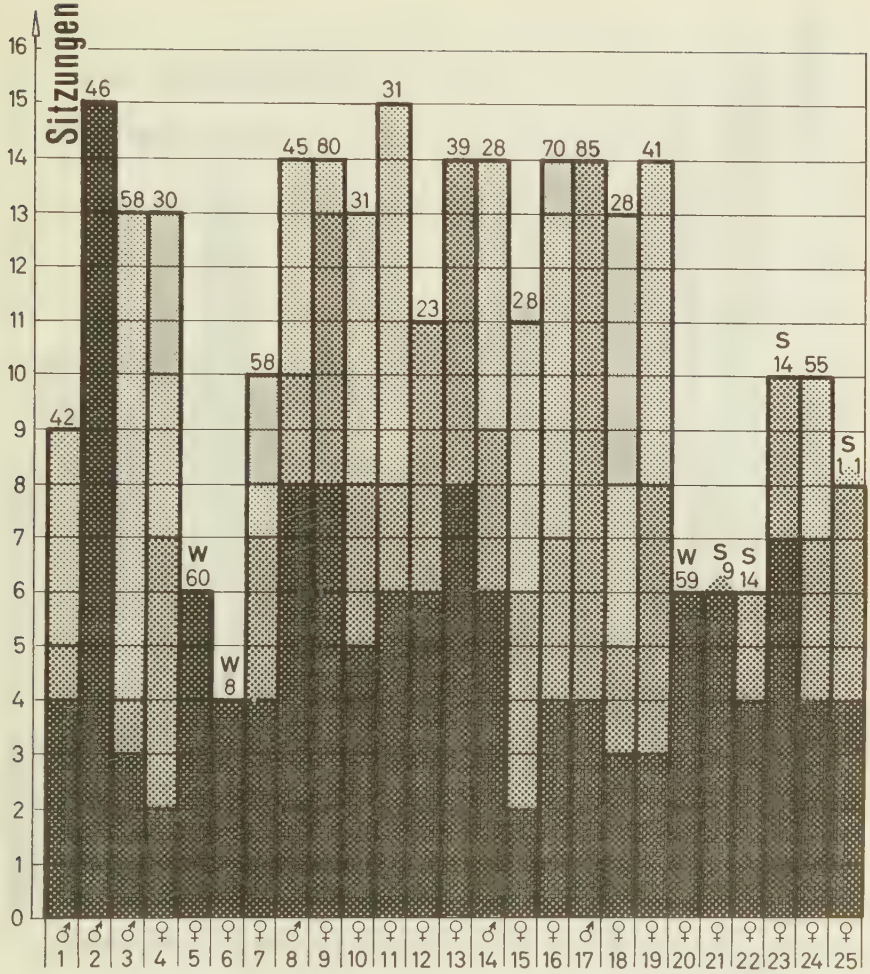
Sitzungen
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
42
46
58
30
W
60
W
8
58
45
80
31
31
23
39
28
28
70
85
28
41
W
59
S
9
S
14
S
14
55
S
11
♂ 1
♂ 2
♂ 3
♀ 4
♀ 5
♀ 6
♀ 7
♂ 8
♀ 9
♀ 10
♀ 11
♀ 12
♀ 13
♂ 14
♀ 15
♀ 16
♂ 17
♀ 18
♀ 19
♀ 20
♀ 21
♀ 22
♀ 23
♀ 24
♀ 25

Abb. 5

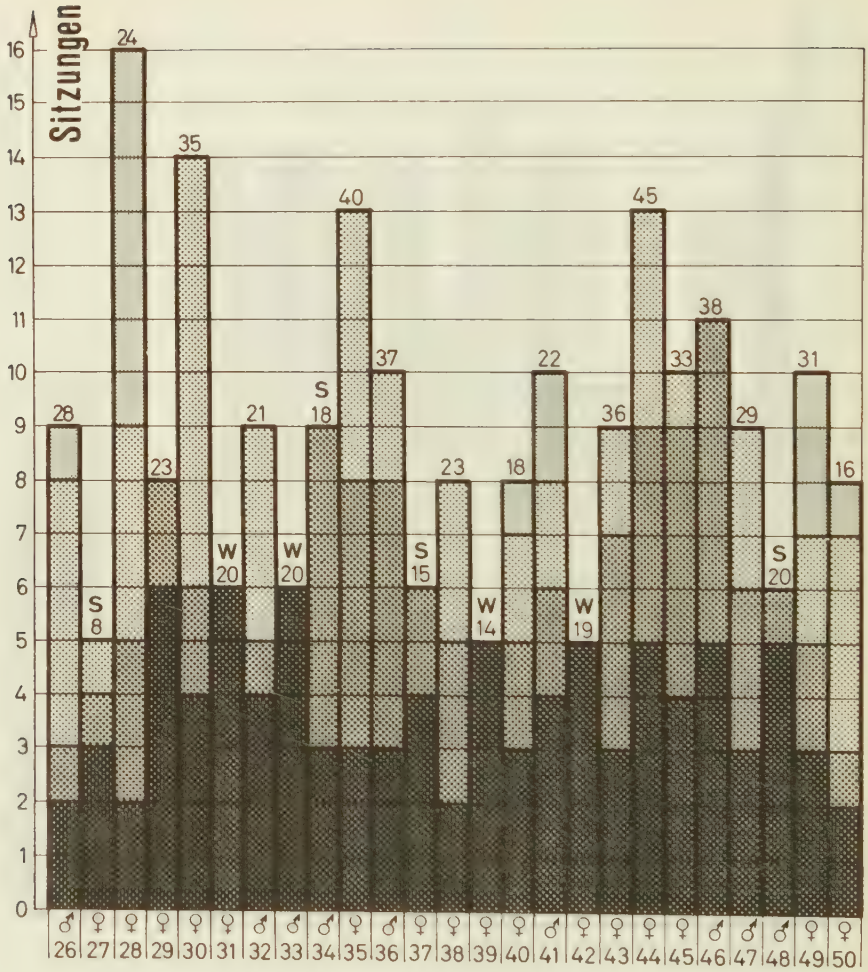
Sitzungen
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
28
S 8
24
23
35
W 20
21
W 20
S 18
40
37
S 15
23
W 14
18
22
W 19
36
45
33
38
29
S 20
31
16
♂ 26
♀ 27
♀ 28
♀ 29
♀ 30
♀ 31
♂ 32
♂ 33
♂ 34
♀ 35
♂ 36
♀ 37
♀ 38
♀ 39
♀ 40
♂ 41
♀ 42
♀ 43
♀ 44
♀ 45
♂ 46
♂ 47
♂ 48
♀ 49
♀ 50

Abb. 6

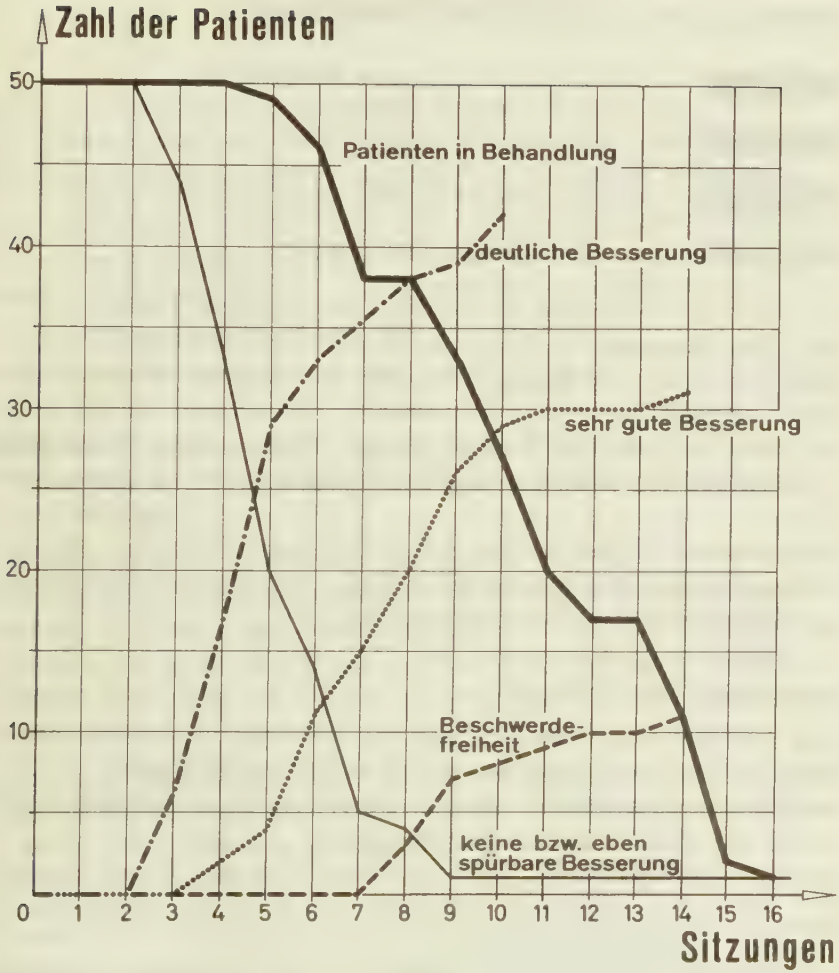
Zahl der Patienten
50
40
30
20
10
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
Sitzungen
Patienten in Behandlung
deutliche Besserung
sehr gute Besserung
Beschwerde-
freiheit
keine bzw. eben
spürbare Besserung

Abb. 7

Legende zu Abb. 5 (S. 41) und Abb. 6 (S. 42):

: 0,+ = "keine spürbare Besserung"

: ++ = "deutliche Besserung"

: +++ = "sehr gute Besserung"

: ++++ = "Beschwerdefreiheit"

Die Zahl der Patienten ist auf der Abszisse zu finden, die Zahl der Sitzungen ist auf der Ordinate aufgetragen.
Über den einzelnen Balken bedeutet die Zahl die Behandlungsdauer in Tagen.
"W" bzw. "S" über den Zahlen besagt, daß die Behandlung ärztlicherseits (W) oder von den Patienten selbst (S) abgebrochen wurde.
Die Spitzen auf den Balken Nr. 15, 21 und 25 zeigen, daß die Behandlung abgebrochen wurde, obwohl nach der letzten Sitzung noch eine Besserung eingetreten war.

Legende zu Abb. 7 (S. 43):

Die Zahl der Patienten ist auf der Ordinate zu finden, die Zahl der Sitzungen ist auf der Abszisse aufgetragen.

——— Gesamtzahl der Patienten, die eine entsprechende Zahl von Sitzungen hatten.

—·—·— Gesamtzahl der Patienten, die nach einer entsprechenden Zahl von Sitzungen eine deutliche Besserung verspürten.

····· Gesamtzahl der Patienten, die nach einer entsprechenden Zahl von Sitzungen eine sehr gute Besserung hatten.

— — — Gesamtzahl der Patienten, die nach einer entsprechenden Zahl von Sitzungen völlig beschwerdefrei waren.

——— Gesamtzahl der Patienten, die nach einer entsprechenden Zahl von Sitzungen keine spürbare Besserung bemerkten.

Besprechung der Ergebnisse

Von den insgesamt 50 Patienten haben 6 Frauen und 2 Männer die Behandlung vorzeitig abgebrochen, obwohl sie alle eine Besserung verspürten. Hauptgrund war bei ihnen Zeitmangel.

Bei weiteren 6 Patientinnen und 1 Patienten wurde die Behandlung von uns abgebrochen, da sich auch nach 6 Sitzungen noch kein Erfolg einstellte. Bei 2 Patienten verteilten sich die 6 Sitzungen allerdings auf fast 2 Monate.

Wie verhielt es sich mit dem Erfolg, bezogen auf die Gesamtzahl der Sitzungen? Der verschiedenen Behandlungsdauer entsprechend wurden die 50 Patienten in 3 Gruppen eingeteilt: Gruppe 1: 1 - 20 Tage, Gruppe 2: 21 - 40 Tage, Gruppe 3: 41 - 85 Tage.

15 Patienten (5 Männer und 10 Frauen) wurden nicht länger als 20 Tage behandelt, davon 5 (1 Mann und 4 Frauen) ohne Erfolg. 2 Männer und 6 Frauen brachen in diesem Zeitraum die Behandlung trotz Besserung ab. Nur 2 Patientinnen hatten in dieser Zeit nach 8 Sitzungen einen guten Erfolg zu verzeichnen (Tab. 2).

Bei einer Behandlungsdauer bis zu 40 Tagen trat bei 7 Männern und 15 Frauen eine deutliche Besserung ein, in dieser Gruppe gab es keine Bahandlung ohne Erfolg. Keine Behandlung wurde abgebrochen (Tab. 3).

Länger als 40 Tage wurden 13 Patienten (5Männer und 8 Frauen) behandelt. Nach 59 bzw. 60-tägiger Behandlungsdauer, in der allerdings jeweils nur 6 Sitzungen stattfanden, brachen wir die Behandlung wegen Erfolglosikeit bei 2 Patientinnen ab. 1 männlicher Patient zeigte auch nach 46-tägiger Behandlung und 15 Sitzungen keine Besserung. 10 Patienten (4 Männer, 6 Frauen) gaben einen guten Behandlungserfolg an (Tab. 4).

Tab. 2: Behandlungsdauer 1 - 20 Tage.

	ohne Besserung nach 4 Sitzungen	5	6		Besserung nach 5 Sitzungen	6	7	8	9	10
Frauen	1W	2W	1W		1S	3S	0	1S, 2	0	1S
Männer	0	0	1W		0	1S	0	0	1S	0
Summe	1	2	2		1	4	0	3	1	1

Tab. 3: Behandlungsdauer 21 - 40 Tage.

	Besserung nach 8 Sitzungen	9	10	11	12	13	14	15	16
Frauen	2	1	2	1	0	4	3	1	1
Männer	0	3	2	1	0	0	1	0	0
Summe	2	4	4	2	0	4	4	1	1

In dieser Behandlungsgruppe hatten wir keinen Fall ohne Besserung.

Tab. 4: Behandlungsdauer 41 - 85 Tage.

	ohne Besserung nach 6 Sitzungen	15		Besserung nach 9 Sitzungen	10	11	12	13	14
Frauen	2W	0		0	2	0	0	1	3
Männer	0	1		1	0	0	0	1	2
Summe	2	1		1	2	0	0	2	5

In den Tabellen 2 und 4 bedeuten "W" ärztlicherseits abgebrochen und "S" selbst abgebrochen.

Die Erfolgsquote war mit 82,8% bei den Frauen und mit 86,6% bei den Männern nahezu gleich gut.

Läßt man die 15 Patienten, bei denen die Behandlung abgebrochen wurde, unberücksichtigt, so ergaben sich folgende Resultate: 34 Patienten (97,2%) gaben unter der Behandlung eine deutliche Besserung der Beschwerden an (Tab. 5). Eine sehr gute Besserung trat bei 29 Patienten (82,8%) ein (Tab. 6). Völlig beschwerdefrei wurden 11 Patienten (31,4%) (Tab. 7).

Tab. 5: Deutliche Besserung (++) bei 34 Patienten (97,2%)

Bei	6 Patienten	(17,2%) zuerst nach	2 Sitzungen
	10	(28,6%)	3
	8	(22,8%)	4
	3	(8,6%)	5
	4	(11,4%)	6
	3	(8,6%)	8

Tab. 6: Fast beschwerdefrei (+++) wurden 29 Patienten (82,8%)

2 Patienten	(5,7%)	zuerst nach	3 Sitzungen
1	(2,9%)		4
7	(20,0%)		5
4	(11,4%)		6
5	(14,3%)		7
5	(14,3%)		8
3	(8,6%)		9
1	(2,9%)		10
1	(2,9%)		13

Tab. 7: Beschwerdefrei (++++) wurden 11 Patienten (31,4%)

3 Patienten	(8,6%)	zuerst nach	7 Sitzungen
4	(11,4%)		8
1	(2,9%)		9
1	(2,9%)		10
1	(2,9%)		11
1	(2,9%)		13

Die erste deutliche Besserung zeigte sich in der Regel nach 3 bis 4 Sitzungen, nach weiteren 2 bis 3 Sitzungen waren die meisten Patienten fast beschwerdefrei. Völlige Beschwerdefreiheit wurde am häufigsten schon nach 7 bis 8 Sitzungen erreicht.

Zieht man die 7 von uns wegen Erfolglosigkeit abgebrochenen Behandlungen in die Beurteilung der Ergebnisse mit ein, so ändern sich die Ergebnisse wie folgt: 34 Patienten (80,8%) wiesen eine deutliche Besserung auf (Tab. 8). 29 Patienten (69,0%) wurden unter der Behandlung fast beschwerdefrei (Tab. 9) 11 Patienten (26,2%) zeigten völlige Beschwerdefreiheit (Tab. 10). Die 7 von uns wegen Erfolglosigkeit abgebrochenen Behandlungen entsprechen 16,6% der 42 Patienten.

Tab. 8: Deutliche Besserung (++) bei 34 Patienten (80,8%)

Bei 6 Patienten	(14,3%)	zuerst nach	2 Sitzungen
10	(23,8%)		3
8	(19,1%)		4
3	(7,1%)		5
4	(9,5%)		6
3	(7,1%)		8

Tab. 9: Fast beschwerdefrei (+++) wurden 29 Patienten (69,0%)

2 Patienten	(4,8%)	zuerst nach	3 Sitzungen
1	(2,4%)		4
7	(16,6%)		5
4	(9,5%)		6
5	(12,0%)		7
5	(12,0%)		8
3	(7,2%)		9
1	(2,4%)		10
1	(2,4%)		13

Tab. 10: Beschwerdefrei (++++) wurden 11 Patienten (26,2%)

3 Patienten	(7,2%)	zuerst nach	7 Sitzungen
4	(9,5%)		8
1	(2,4%)		9
1	(2,4%)		10
1	(2,4%)		11
1	(2,4%)		12

1 Patient (2,9% von 35 Patienten; 2,4% von 42 Patienten) gab auch nach 15 Sitzungen keine Besserung an.

Wertet man die Ergebnisse, bezogen auf alle 50 Patienten, so konnten wir mit dem Neodynator in 84 % aller Fälle eine Besserung der Beschwerden erzielen. 16% der Patienten sprachen nicht auf die Behandlung an.

Im einzelnen erzielten wir bei 11 Patienten (22%) eine deutliche Besserung, 20 Patienten (40%) wurden fast beschwerdefrei und bei 11 Patienten (22%) erreichten wir mit der Behandlung völlige Beschwerdefreiheit (Tab. 11).

Tab. 11: Die Ergebnisse von 50 Patienten

0,+ =	keine spürbare Besserung:	8 Patienten	(16%)
++ =	deutliche Besserung :	11	(22%)
+++ =	sehr gute Besserung :	20	(40%)
++++ =	Beschwerdefreiheit :	11	(22%)

Von 28 Patienten, die vorwiegend radikuläre Beschwerden hatten, konnten 20 (71,4%) wesentlich gebessert werden. 8 Patienten (28,6%) ließen keine spürbare Besserung erkennen. Von 19 Patienten, die sowohl radikuläre als auch im Halsgebiet lokalisierte Beschwerden hatten, sprachen nur 2 (10,5%) auf die Behandlung nicht an.

Bei einer Myalgie im Bereich des linken m. rhomboides konnten wir ebenfalls eine gute Besserung erzielen. Hier verwendeten wir die Schalenelektroden, die wir über dem entsprechenden Muskelgebiet anlegten. Als Stromform wählten wir DF.

Keine wesentliche Besserung konnten wir bei einer Periarthritis humeroscapularis sehen. Hier legten wir die Plattenelektroden über der schmerzhaften Schulter an und nahmen die Stromform CP. Dann benützten wir die Schalenelektroden zur Durchströmung der gangliomata stellata mit der Stromform DF.

Zwei Fälle seien zur Illustration der Behandlungserfolge mit dem Neodynator aufgeführt:

Fall Nr. I: K.G., weiblich, 17 Jahre alt, Schreibkraft.
E.A.: Seit 15 Wochen kein Gefühl und keine Kraft in den Fingern 4 und 5 li.. Kribbeln am Handballen li.. Ziehende Schmerzen seit einer Woche in den li. Arm hinauf. Keine Schmerzen der HWS.
Bisherige Therapie: Injektionen von Vitamin B_1, Vitamin B_6 und Vitamin B_{12}.
Laborbefunde: Hb: 88%, Leukocyten 4200, BKS 4/6, CRP Ø, Latex-RF-Tropfentest Ø.
Rö. der HWS: o.B.
Status: Bei Rechtsbeugen und Vorbeugen des Kopfes

ziehende Schmerzen in der Nackenmuskulatur li..
Der 4. Finger li. ist im Mittelgelenk gebeugt (nicht aktiv streckbar). Der 5. Finger li. ist abduziert. Leichte Athrophie der Mittelhandmuskeln li..
Therapie und Verlauf: Gaben von Milgamma, Massagen im HWS-Bereich und Neodynator (DF über dem li. Ganglion stellatum). Nach 4 Sitzungen bereits beginnende Besserung. Die Abduktion des 5. Fingers li. wird geringer, die Patientin kann die Finger wieder aktiv bewegen. Schließlich beschwerdefrei.

Fall Nr. II: L.K., männlich, 69 Jahre alt, Schreinermeister i.R.
E.A.: Jan. 1964 Dupuytren-Operation re.. Seit Anfang März 1964 geschwollene Finger, Schwellung der Handrücken und Schmerzhaftigkeit der Finger bds. Später Schmerzen im li. Ellenbogen und in der li. Schulter.
Laborbefunde: Hb: 93%, Leukocyten 5300, BKS 2/6, Elphor: Ges. Eiw. 7,60 g, Alb. 46,4%, $Alpha_1$ 5,7%, $Alpha_2$ 11,1%, Beta 14,1%, Gamma 22,7%. Urin: Eiw. Ø, Zucker 2,4%. ASL 100 IE, CRP +, Latex-RF-Tropfentest Ø, Harnsäure 6,01 mg%.
Rö: Deutliche Osteochondrose bei HWK 5, 6, 7, BWK 1. Foramina intervertebralia HWK 2/3 und HWK 3/4 deutlich eingeengt. Röntgenologische Zeichen von Sudeck'scher Athrophie an beiden Händen. Periarthritis humeroscapularis, Epicondylitis li..
Status: Kopf frei beweglich, keine Schmerzen in der HWS beim Beugen. Bewegung und Drehung des Kopfes nach re. und li. uneingeschränkt. Extremitäten frei beweglich. Stechende Schmerzen, geschwollene Finger und Handrücken re. NAP frei. Reflexe normal.
Therapie und Verlauf: Gaben von Lasix und Milgamma. Neodynator: Re. Handrücken/HWK 5/6 5 min Stromform DF, ebenso li.. Nach 3 Behandlungen deutliche Besserung. Nach 8 Behandlungen völlige Beschwerdefreiheit.

Diskussion

Wie die Versuchsergebnisse zeigen, stellt die Behandlung des Schulter-Arm-Syndroms mit diadynamischen Strömen eine wirksame Therapiemöglichkeit dar. Es wurden Erfolge erzielt, wie sie mit einer alleinigen medikamentösen Therapie und auch mit anderen physikalischen Behandlungsmethoden im allgemeinen nicht zu erreichen sind.

Mit einem Eintritt der Besserung war frühestens nach zwei Sitzungen zu rechnen, am häufigsten nach drei bis vier Sitzungen. Es zeigte sich, daß die Besserung in einigen Fällen aber auch noch später (z.B. nach acht Sitzungen) begann. Daraus ist der Schluß zu ziehen, daß man, um zu einer Aussage über das Ansprechen der Therapie zu kommen, mindestens vier bis acht Sitzungen abwarten sollte. Aus Tabelle 5 gehen die diesbezüglich erhobenen Befunde eindeutig hervor.

Bei den Patienten, die eine völlige Beschwerdefreiheit angaben, trat diese frühestens nach sieben Sitzungen, am häufigsten nach acht, aber gelegentlich auch noch später (bis 13 Sitzungen) ein, wie aus Tabelle 7 hervorgeht. Daraus läßt sich ableiten, daß man bei Ansprechen der Therapie genügend lange weiter behandeln sollte, um ein Optimum an therapeutischem Erfolg zu erzielen.

Auch wenn uns zur zahlenmäßigen Auswertung des Wiederauftretens der Beschwerden nach Abschluß einer erfolgreichen Behandlung keine ausreichende Patientenzahl zur Verfügung stand, so laßt sich nach unseren Erfahrungen doch sagen, daß die Beschwerden nach einer gewissen Zeit wieder auftreten können. Das beschwerdefreie Intervall nach der Behandlung wurde von den Patienten sehr verschieden lang angegeben. Vielleicht sollte man auch eine prolongierte Behandlung in Form einzelner Sitzungen mit größeren Zeitabständen während der Zeit der Beschwerdefreiheit erwägen. Erfahrungen hierüber liegen uns noch nicht vor.

Sind die Abstände zwischen den einzelnen Sitzungen relativ groß, so sind die Erfolgsaussichten geringer, wie unsere

Ergebnisse zeigen (Tabelle 2, 3 und 4).

Am erfolgreichsten war eine Behandlung von vier bis fünf Wochen, in denen 13 bis 14 Sitzungen stattfanden, sodaß zwischen den einzelnen Sitzungen zwei bis drei Tage lagen. Wegen der Schwierigkeiten, die ambulant behandelten Patienten täglich in unsere Sprechstunde zu bekommen, können keine Aussagen über einen etwaigen noch besseren Erfolg bei täglicher Behandlungsweise gemacht werden.

Über den Wirkungsmechanismus ist auch nach unseren Versuchen keine endgültige Aussage zu machen. Wie oben eingehend ausgeführt wurde, nehmen die meisten Autoren eine Hemmung sympathischer Nervenfasern mit dadurch erzielter Heraufsetzung der Schmerzschwelle als Wirkungsmechanismus an.

Auch die unter der Behandlung aufgetretenen zwei Fälle von verstärkten klimakterischen Beschwerden sowie der eine Fall von verstärkten Migräneattacken lassen sich nicht eindeutig erklären.

Zusammenfassung

Nach einer Darstellung der anatomischen Verhältnisse im Halswirbelsäulenbereich, sowie der pathophysiologischen Grundlagen des Halswirbelsäulen-Syndroms und seiner Behandlungsmöglichkeiten wurde insbesondere auf die Therapie mit diadynamischen Strömen nach BERNARD eingegangen.

Die therapeutischen Erfolge bei 50 eigenen Patienten mit Halswirbelsäulen-Syndrom wurden dargestellt. Es ergab sich, daß die Behandlung mit diadynamischen Strömen eine wirksame Therapie des Halswirbelsäulen-Syndroms ist.

Die Theorien über die Wirkungsweise der diadynamischen Ströme wurden diskutiert.

Literaturverzeichnis

1) Leiber, B. u. Olbrich, G.: Wörterbuch der klinischen Syndrome; Verlag Urban und Schwarzenberg, München-Berlin (1959).
2) Hohmann, G., Hackenbroch, M. u. Lindemann, K.: Handbuch der Orthopädie, Band II; Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1958).
3) Exner, G.: Die Halswirbelsäule, Pathologie und Klinik; Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1954).
4) Voss, H. u. Herrlinger, R.: Taschenbuch der Anatomie, Band III; Gustav Fischer Verlag, Stuttgart (1958).
5) Moll, W.: Klinische Rheumatologie; S. Karger Verlag, Basel-New York (1956).
6) Kuhnert, W.: Wirbelsäule und Innere Medizin; Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart (1963).
7) Säker, G.: Zur Genese des HwS-Syndroms und der Behandlung des vegetativen Anteils mit Hydergin; Der Nervenarzt, 23. Jg., Heft 9, S. 333 (1959).
8) Brügger, A.: Documenta Geigy, Acta rheumatologica, Nr. 18, Basel (1960).
9) Vosschulte, K.: Grundlagen der Schmerzbekämpfung durch Sympathicusausschaltung; Verlag Urban und Schwarzenberg, Berlin-München (1949).
10) Leriche, R.: Chirurgie des Schmerzes; Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig (1958).
11) Sunder-Plassmann, P.: Sympathicus-Chirurgie; Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1953).
12) Döring, G.: Schmerz und vegetatives Nervensystem; Klin. Wschr. 24./25. Jg., Heft 11/12 (1946).
13) Hess, W.R.: Schw. Arch. für Neurologie, 15, 2 (1925), 16, 1, 2 (1926).
14) Gross, D.: Documenta Geigy, Acta rheumatologica, Nr. 19, Basel (1962).
15) Bernard, P.D. La thérapie diadynamique; Edition Naim, Paris (1950).
16) Kowarschik, J.: Physikalische Therapie, 2. Auflage; Springer Verlag, Wien (1957).

17) Petersmann, K.: Praktische Hinweise für die Behandlung mit den diadynamischen Strömen nach Bernard; Siemens-Reiniger-Werke AG, Erlangen.

18) Zinn, W.: Die Niederfrequenztherapie mit den Strömen Bernards (Diadynamic bzw. Ionomodulator; Hippokrates, S. 765 (1958).

19) Lullies, H.: Elektrophysiologische Voraussetzungen der Elektrodiagnostik und -therapie; Elektromedizin, Band VI, Nr. 2, S. 87-89 (1961).

20) Reiss, H.: Eine neue elektrische Behandlungsmethode (Der Ionomodulator in der Sprechstunde des praktischen Arztes); Elektromedizin Band I, Nr. 5, S. 134-139 (1956).

21) Mooren, G. u. Bruhn, A.: Möglichkeiten der Blockade des Ganglion stellatum mit Reizströmen; Elektromedizin, Band VI, Nr. 3, S. 140 (1961).

22) Siemens-Reiniger-Druckschrift: Neodynator 624, P 32-5/ 2898 d.

23) Siemens-Reiniger-Druckschrift: PT 623-1500/ IId-5803

24) Kuhlendahl, H.: zit. 2).

25) Schmorl, G.: zit. 2).

26) Foerster, O.: zit. 2).

27) Achelis, J.: zit. 9).

28) Fulton, J.F.: zit. 9).

29) v. Weizsäcker, V.: zit. 9).

30) Pette, H.: zit. 9).

31) Lewis, Sir T.: zit. 9).

32) Bärtschi-Rochaix, W.: zit. 5).

Lebenslauf

Am 30. September 1938 wurde ich als Sohn des Dr. med. Oswald Fladerer und seiner Frau Ruth, geb. Rösch in Trautenau/Sudetenland geboren. Nach Absolvierung der Volkschule besuchte ich das Hellenstein-Gymnasium in Heidenheim an der Brenz. An demselben Gymnasium bestand ich im März 1957 das Abitur.

Im Sommersemester 1957 begann ich das Studium der Medizin an Universität Tübingen. Zum Sommersemester 1958 wechselte ich zur Universität Würzburg über und bestand dort im Oktober 1959 das Physikum. Nach dem ersten klinischen Semester in Würzburg führte ich mein Studium an der Universität München fort und legte dort das Medizinische Staatsexamen am 21. Februar 1963 ab.

Am 1. Mai 1963 begann ich die Medizinalpraktikantenzeit an der Medizinischen Poliklinik der Universität München; während dieser Zeit arbeitete ich an der vorliegenden Dissertation. Vom 1. Mai 1964 bis zum 31. Dezember 1964 war ich auf der chirurgischen und der gynäkologischen Abteilung des Krankenhauses Seefeld/Obb. tätig. Seit Anfang dieses Jahres bin ich in der Allgemeinpraxis meines Vaters in Heidenheim/Brenz beschäftigt.

Herrn Professor Dr. W. Seitz danke ich für die Überlassung des Themas. Herrn Privatdozent Dr. H. Mathies sei besonders gedankt für die Überwachung und hilfsbereite Unterstützung während der Durchführung der Arbeit. Auch bei Herrn Dr. med. habil. I. Imre aus Istanbul möchte ich mich sehr bedanken.